

15

Д. А. Курбатов **ПРОЕКТОВ
СУДОВ
ДЛЯ
ЛЮБИТЕЛЬ-
СКОЙ
ПОСТРОЙКИ**

СПРАВОЧНИК

*Издание третье, переработанное
и дополненное*



ЛЕНИНГРАД
«СУДОСТРОЕНИЕ»
1985

ББК 39.425.6
К 93
УДК 629.125.001.2

Рецензент инж. В. В. ЗУБРИЦКИЙ
Научный редактор инж. О. П. МИХАЙЛОВ

Курбатов Д. А.

К 93 15 проектов судов для любительской постройки — 3-е изд., перераб. и доп.— Л.: Судостроение, 1985 — 416 с., ил.

ИСБН

Книга содержит описания и чертежи для постройки 15 малых судов для прогулок и туризма (гребных и моторных лодок, каютных катеров и парусных яхт). Приводятся сведения по основам судостроения и проектирования лодок различных типов, применяемым материалам и технологическим методам постройки корпусов. Пользуясь рекомендациями книги, судостроитель-любитель сможет правильно установить двигатель, шить паруса и оборудовать судно для туристских плаваний.

Книга рассчитана на широкий круг читателей, интересующихся малым судостроением, водным туризмом и спортом. Она будет также полезна специалистам, занимающимся вопросами проектирования, постройки и эксплуатации малых судов.

К 3605030000—029 61—85
048(01)—85

39.425.6

© Издательство «Судостроение», 1985 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Первые два издания этой книги вышли в свет в середине 70-х годов — в период, когда в нашей стране производство лодок, катеров и подвесных моторов для продажи населению достигло своего пика. В те годы промышленность ежегодно поставляла в торговую сеть свыше 150 тыс. лодок различных типов и около 200 тыс. подвесных моторов девяти разных моделей мощностью от 2 до 30 л. с. Все это количество успешно реализовывалось в торговой сети с дефицитом.

И даже в те годы находилось немало людей, которые брались за самостоятельную постройку малых судов. Косвенным свидетельством этому служит и то, что 170 тыс. экземпляров первых изданий «15 проектов» были распроданы в сравнительно короткий срок. Значит, промышленное производство не могло полностью удовлетворить разнообразным требованиям, которые предъявляют любители отдыха на воде к конструкции и эксплуатационным качествам малых судов. В ассортименте серийной продукции отсутствовали комфортабельные катера, пригодные для длительных путешествий по водным путям, парусные и парусно-моторные суда, дешевые гребные лодки. Заводы медленно осваивали выпуск быстроходных мотолодок с новыми мореходными типами обводов, наиболее подходящими для плавания на крупных внутренних водохранилищах — «глубокое V», тримараны, «сани Фокса» и т. п. Не поступали в магазины и легкие лодки, пригодные для перевозки на верхнем багажнике автомобиля.

Немаловажным фактором обращения к самостоятельной постройке судов является и сам увлекательный, творческий процесс строительства, когда приходится осваивать начала нескольких специальностей — судового сборщика, столяра, маляра, механика, парусного мастера и др. Судостроитель-любитель, даже если он создает судно по готовому проекту, всегда становится соавтором конструктора, ибо нередко ему приходится перерабатывать чертежи, вносить изменения, связанные с использованием более доступных материалов, двигателя, наконец, вызванные желанием сделать судно более комфортабельным. Естественно, что и плавание на судне, построенном своими руками, доставляет его владельцу наибольшее удовлетворение.

Неудивительно поэтому, что малый прогулочно-туристский флот страны постоянно пополняется тысячами лодок, катеров и яхт, построенных самостоятельно. В ряде районов Союза число судов-самоделок достигает 20 % и выше от общего числа зарегистрированных судов личного пользования.

Сейчас, спустя 10 лет после выхода первых изданий книги, обстановка в производстве малых судов и состав рекреационного флота накануне больших качественных изменений. Рынок оказался насыщенным большим количеством практически однотипных четырехместных глиссирующих мотолодок, рассчитанных на эксплуатацию с одним или двумя подвесными моторами мощностью по 25—30 л. с. Многих любителей высоких скоростей на воде уже не устраивают довольно большие расходы на содержание таких судов, прежде всего — на приобретение бензина. Ведь средняя мотолодка расходует на каждые 100 км пройденного расстояния под 30-сильным «Вихрем» 36—40 л горючего. Немалую роль в снижении популярности моторных лодок с подвесными моторами играют и ограничения в режиме их использования на ряде акваторий, которые введены органами местной власти и рыбнадзора как часть природоохранных мероприятий. По этим причинам магазины в последние годы оказались затоваренными лодками и моторами, а на стоянках заметно возросло число судов, практически не выходящих в течение навигации из гавани.

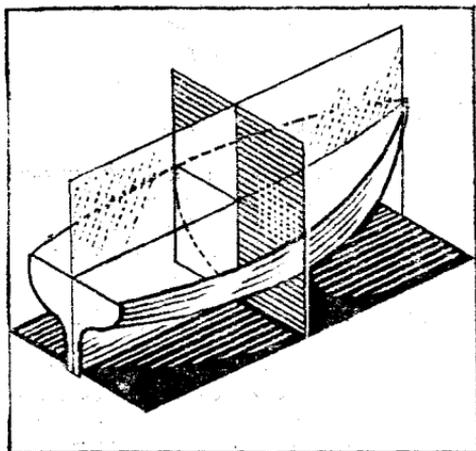
В то же время не снижается интерес к самостоятельной постройке катеров, снабженных экономичными карбюраторными четырехтактными двигателями и даже дизелями, продолжается освоение водохранилищ и озер на самодельных яхтах и моторно-парусных судах. Снабжаются парусами байдарки и мотолодки. Владельцы судов различных типов стремятся повысить их комфортабельность и экономичность.

С учетом этих тенденций и подобраны публикуемые в данном издании 15 проектов гребных, моторных и парусных прогулочно-туристских судов. Все эти лодки прошли испытания на воде в различных условиях плавания и получили одобрение их владельцев. Ни один проект не дублирует заводские модели — проще и дешевле купить хотя бы и подержанную серийную мотолодку, чем повторять ее конструкцию самому.

Разделу, в котором публикуются чертежи, предшествует «Азбука судостроения», где приведены основные сведения о мореходных качествах судов, их взаимосвязи с обводами корпуса, его объемными и весовыми характеристиками, а также сведения о движителях — гребных винтах, водометах и парусах. Знакомство с этим разделом позволит любителю принимать правильные конструктивные решения, в результате которых не пострадают эксплуатационные качества строящегося судна и прежде всего — безопасность плавания на нем.

Подготавливая это издание, автор ставил перед собой цель не только представить судостроителям-любителям ряд разнообразных по своему назначению и качествам проектов судов, но и снабдить их необходимыми справочными сведениями, которые могут потребоваться при постройке других лодок. Что касается описания процесса постройки каждой лодки, то выдерживался принцип: более подробно описывать простые по конструкции лодки, которые рекомендуются вниманию начинающих судостроителей.

Автор с благодарностью и интересом примет замечания и отзывы читателей как о содержании книги, так и о построенных ими судах, сообщения о внесенных в конструкцию изменениях и дополнениях. Письма можно направлять по адресу издательства: 191065, Ленинград, ул. Гоголя, 8, издательство «Судостроение».



1

АЗБУКА СУДОСТРОЕНИЯ

Глава 1

СУДНО И ЕГО МОРЕХОДНЫЕ КАЧЕСТВА

§ 1. Основные определения и главные размеры

Эта книга, как следует из ее названия, адресована не профессиональным судостроителям, а любителям, чья основная профессия и род занятий могут быть далеки от судостроения и эксплуатации малых судов. Однако чтобы лодка была построена правильно и оправдала ожидания своего строителя, ему необходимо запастись хотя бы минимальным багажом специальных знаний, освоиться с терминологией и правилами, которые следует учитывать при постройке.

Основная и наиболее объемная и тяжелая часть судна — его корпус. Заметим сразу, что постройка корпуса катера или яхты, снабженных каютами и стационарным двигателем, занимает у строителя всего 30—35 % общего времени, которое затрачивается от начала заготовки первых деталей до пробного выхода в плавание. Корпус состоит из наружной обшивки, настила палубы и набора (рис. 1). Обшивка, независимо от материала корпуса, является сравнительно тонкой водонепроницаемой оболочкой, которая получает необходимую жесткость и прочность только благодаря ее подкреплению продольными и поперечными связями набора. К первым относятся киль, проходящий вдоль корпуса посередине днища, стрингера (они могут быть днищевыми и бортовыми), привальные брусья, служащие для соединения бортов и палубы, комингсы и карленгсы, оформляющие различные отверстия в палубе, и т. п. Поперечными связями являются переборки — перегородки между отдельными помещениями, расположенными в корпусе, шпангоуты — часто расположенные «ребра» (если киль можно сравнить с позвоночником), подкрепляющие обшивку, и бимсы — поперечные балки, опирающиеся на привальные брусья и поддерживающие палубу.

Палуба — это часть корпуса, закрывающая его сверху; днище — подводная часть обшивки до ее скругления — скулы, которая является плавным переходом в борта — боковые стенки корпуса. Часто днище соединяется с бортами по острой грани, которая также называется скулой. Подобные корпуса являются остроскульными в отличие от круглоскульных, имеющих плавный переход днища в борта.

Переднюю, обычно заостренную, оконечность корпуса называют носовой, заднюю — кормовой. Плоский срез кормы называют трапцем, а острую носовую кромку корпуса и деталь, ее образующую, — форштевень. Если встать лицом к форштевню, то справа окажется правый борт, слева — левый.

Когда судно спущено на воду, то говорят, что оно сидит на воде. Посадка характеризуется несколькими параметрами, которые нетрудно измерить и использовать для расчетов веса построенного судна по его чертежам,

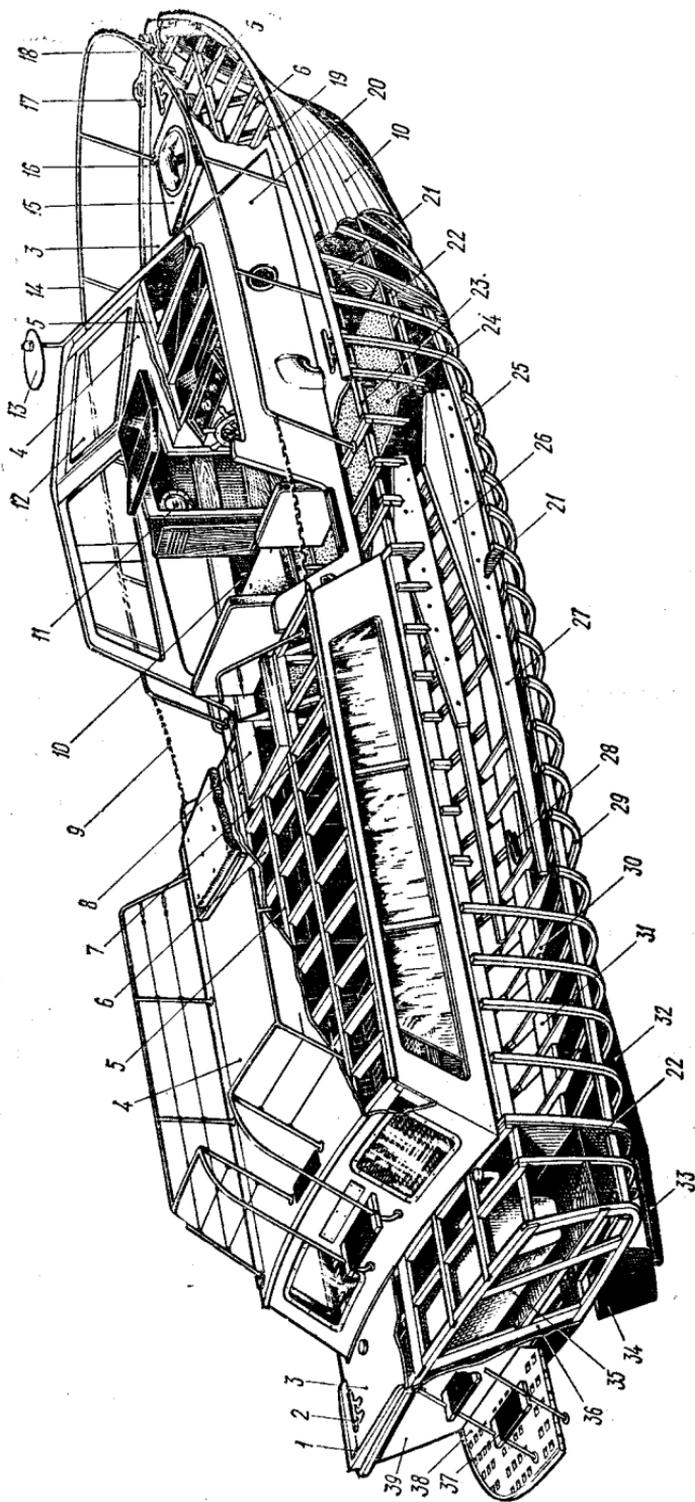


Рис. 1. Конструкция корпуса и устройство 7,5-метрового деревянного катера.

1 — фальшборт; 2 — швартовая утка; 3 — настил палубы; 4 — палуба (крыша) рубки; 5 — карленгс; 6 — бимс; 7 — шельф (опорный брус бимсов); 8 — комингс люка; 9 — лесное ограждение; 10 — наружная обшивка; 11 — иллюминатор; 12 — лобовое стекло; 13 — стойка топового огня; 14 — носовой релинг; 15 — форлок; 16 — фальшборт; 17 — киповая планка; 18 — форштень; 19 — наружный привальный брус (буртнк); 20 — комингс рубки; 21 — поперечная переборка; 22 — бортовой стрингер; 23 — внутренний привальный брус; 24 — платформа кокпита; 25 — скуловой стрингер; 26 — фундамент под двигатель; 27 — длиншевой стрингер; 28 — дейдвудная труба (сальник); 29 — шпангоут; 30 — флор; 31 — киль; 32 — кормовой дейдвуд (плавник); 33 — шпора руля с подпятником; 34 — перо руля; 35 — топливный бак; 36 — стойка транца; 37 — трап; 38 — платформа; 39 — транец.

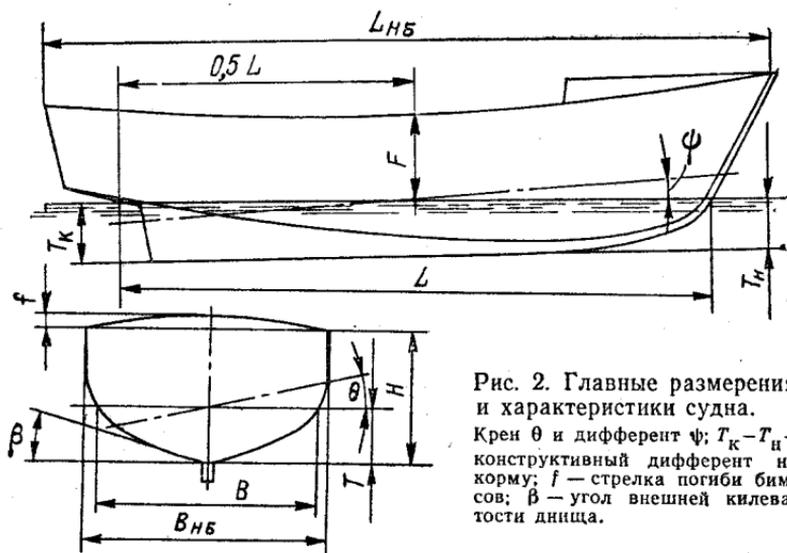


Рис. 2. Главные размеры и характеристики судна.
 Крен θ и дифферент ψ ; $T_{к}$ — конструктивный дифферент на корму; f — стрелка погни бимсов; β — угол внешней килеватости днища.

не прибегая к взвешиванию. След пересечения поверхности спокойной воды с наружной обшивкой корпуса называется ватерлинией. При разработке проекта конструктор заранее определяет плоскость конструктивной ватерлинии (КВЛ), по которую должно погрузиться судно при заданной нагрузке. При этом оно должно показать расчетные мореходные качества — скорость, запас плавучести, остойчивость и т. п. Однако часто у самодеятельных судостроителей по тем или иным причинам лодка садится по ватерлинию, отличную от КВЛ. Например, не удалось достать нужного материала для наружной обшивки и вместо авиафанеры пришлось поставить вдвое более тяжелую бакелизированную; при постройке решили изменить планировку и сместили в нос двигатель; поставили тяжелую аккумуляторную батарею у одного из бортов и т. п. В таких случаях судно получает наклон в продольной плоскости — дифферент или в поперечной — крен (рис. 2). Линия киля может быть непараллельной ватерлинии и в проекте, если конструктор предусматривает конструктивный дифферент (чаще всего — на корму). Крен и дифферент измеряются в градусах.

Величина любого судна определяется его главными размерениями — длиной, шириной, высотой борта и осадкой. Строитель должен знать, как измеряют эти величины, с тем, чтобы выдержать их при постройке или грамотно изменять их в случае необходимости. Кроме того, точное знание этих величин необходимо судоводителю при эксплуатации судна.

Различают следующие значения главных размерений (попутно приводятся условные обозначения, принятые в дальнейшем изложении и в большинстве другой литературы):

- длина наибольшая (в проектной документации она обозначается $L_{нб}$) — расстояние по горизонтали, измеренное между крайними точками по обшивке судна;
- длина по конструктивной ватерлинии (КВЛ) L — расстояние между крайними точками корпуса, замеренное по зеркалу воды при полной нагрузке судна либо при другой характерной нагрузке.
- ширина наибольшая $B_{нб}$, измеряемая в самом широком месте судна по наружной обшивке;
- ширина по КВЛ B — наибольшая ширина по наружной обшивке, измеренная в плоскости ватерлинии (КВЛ);
- высота борта на миделе H , измеряемая от нижней точки обшивки при киле до верхней кромки палубы при борте. (Мидель или мидельшпангоут — наиболее полное поперечное сечение корпуса, располагающееся обычно посередине длины корпуса.);

— высота надводного борта F , измеряемая от плоскости ватерлинии до верхней кромки палубного настила у борта; различают минимальный надводный борт F_m (чаще всего — на миделе), надводный борт в носу F_n и корме F_k , замеряемые соответственно у носового и кормового конца КВЛ по отвесу, спущенному с палубы;

— осадка средняя T — углубление корпуса, измеряемое в средней части — на миделе — от ватерлинии до нижней кромки киля. При наличии дифферента замеряют осадку носом и кормой — по отстоянию килевой линии или ее продолжения от ватерлинии в ее крайних точках на корпусе.

Кроме главных размерений корпуса, существуют габаритные размеры (например, габаритная длина вместе с выступающими брусьями штевней; габаритная осадка — от ватерлинии до самой нижней точки судна, например, до шпору крошштейна гребного вала; габаритная ширина — вместе с выступающими над обшивкой буртиками или привальными брусьями; габаритная высота — от нижней точки киля до верхней точки надстройки и т. п.).

Кроме абсолютных цифр, форму корпуса судна характеризуют соотношения главных размерений.

Отношение длины к ширине по ватерлинии L/B характеризует ходкость судна (чем больше L/B , тем быстрееходнее судно, если оно водоизмещающего типа) и остойчивость (чем меньше L/B при одинаковой длине, тем остойчивее судно). Для малых судов колеблется в широких пределах: от 2,1—2,5 для небольших тузиков и швертботов до 25 для академических гребных судов-восьмерок и корпусов катамаранов.

Отношение ширины по КВЛ к осадке B/T характеризует ходкость, остойчивость и мореходность. Чем больше B/T , тем остойчивее судно, однако при этом его способность сохранять скорость на волнении оказывается ниже, чем у более узкого и глубоководящего корпуса. Наибольшее значение этого отношения имеют корпуса парусных швертботов ($B/T = 7,7 \div 10$); у круглокулых катеров $B/T = 4,5 \div 8,5$; у килевых яхт, имеющих большую осадку, $B/T = 1,5 \div 2,0$.

Отношение наибольшей длины к высоте борта на миделе $L_{нб}/H$ характеризует прочность и жесткость корпуса, которые повышаются с уменьшением этого отношения. В среднем для малых катеров $L_{нб}/H = 6 \div 7$, но у гребных судов может достигать 30—50.

Отношение полной высоты борта к осадке H/T характеризует запас плавучести судна. Чем оно больше (чем большим запасом плавучести обладает судно), тем большую нагрузку оно способно принять без опасности заливания волной. Среднее значение для катеров составляет $H/T = 2 \div 3$; для килевых яхт оно уменьшается до 1,5.

Кроме главных размерений и их соотношений, важнейшей характеристикой судна является его водоизмещение, т. е. объем воды (или же вес судна), вытесняемый корпусом при его погружении по КВЛ либо при другой характерной осадке. Водоизмещение позволяет судить о величине судна, его вместимости, потенциальных мореходных качествах. Объемное водоизмещение измеряют в кубических метрах; весовое — в тоннах или килограммах. Водоизмещение — величина переменная, зависящая от нагрузки судна, поэтому различают несколько его значений:

— водоизмещение полное — с полными запасами горючего, пресной воды, экипажем и снабжением на борту;

— водоизмещение порожнем — со снабжением, парусами и подвесным мотором на борту, но без экипажа с личными вещами, запасов горючего и провизии;

— водоизмещение в состоянии обмера (для парусных яхт) — со снабжением и парусами на борту, но без экипажа с багажом, запасов пресной воды, топлива и провизии.

§ 2. Форма корпуса и теоретический чертеж

Кроме главных размерений и их соотношений, форму корпуса малого судна характеризуют его обводы — совокупность линий, которые будучи мысленно

прочерчены на поверхности корпуса, можно перенести на плоский лист бумаги и получить условное изображение объемного корпуса — теоретический чертеж судна. К слову сказать, в давние времена разработка проекта судна начиналась именно с изготовления в определенном масштабе модели корпуса (обычно его правой половины), которой строитель придавал форму, руководствуясь своим опытом и стремлением получить от будущего судна те или иные качества. Затем на поверхности модели прочерчивались характерные линии, которые переносились на чертеж судна. Иногда к такому способу построения теоретического чертежа прибегают и судостроители-любители в наши дни, хотя при отсутствии достаточного опыта этот способ не гарантирует получения необходимых мореходных качеств.

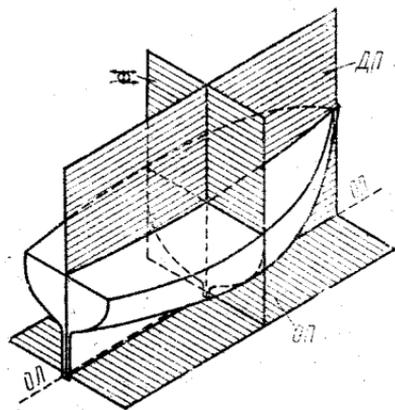


Рис. 3. Основные плоскости теоретического чертежа.

Изготавливать модель будущего судна, однако, совсем не обязательно. С достаточной точностью обводы корпуса могут быть представлены на бумаге в виде их проекций на три взаимно перпендикулярные плоскости (рис. 3): диаметральною, основную и плоскость мидель-шпангоута. Эти плоскости являются базовыми для построения теоретического чертежа, выполнения всех последующих расчетов и постройки всего судна; от них отсчитывают все размеры и координаты любой точки на судне.

Диаметральная плоскость (ДП) — вертикальная продольная плоскость симметрии, разделяющая судно на правую и левую половины. Пересечение диаметральной плоскости с наружными поверхностями корпуса дает на боковой проекции линии киля, форштевня, ахтерштевня и палубы.

Основная плоскость (ОП) — горизонтальная плоскость, касательная к линии киля (самой нижней кромки обшивки на деревянном судне) в его нижней точке; линия (прямая) пересечения основной плоскости с ДП называется основной линией (ОЛ).

У катеров, глиссеров и других судов, не имеющих горизонтального участка киля, основную плоскость обычно располагают ниже киля.

Плоскость мидель-шпангоута (миделя) — вертикальная поперечная плоскость, проходящая посередине длины судна, обычно через наиболее полное поперечное сечение. Эту плоскость обозначают знаком \boxtimes .

Для удобства построения теоретического чертежа и выполнения расчетов мореходных качеств судна конструктор использует линии — следы пересечения поверхности корпуса плоскостями, параллельными рассмотренным выше базовым плоскостям. Таких секущих плоскостей три группы (рис. 4):

- 1) плоскости батоксов, параллельные ДП;
- 2) плоскости ватерлиний, параллельные ОП;
- 3) плоскости шпангоутов, параллельные плоскости миделя.

В каждой группе секущие плоскости располагают на равных расстояниях одну от другой, а соответствующие линии (или обводы) на корпусе называют батоксами, ватерлиниями и шпангоутами.

Если спроектировать все батоксы на ДП, то получается проекция теоретического чертежа, называемая «бок». На этой проекции шпангоуты и ватерлинии изображаются в виде прямых линий, а батоксы — в их истинном виде — кривыми линиями. Шпангоуты, спроектированные на плоскость миделя, образуют проекцию «корпус» теоретического чертежа. Поскольку корпус судна в большинстве случаев симметричен относительно ДП, то для упрощения пользования чертежом справа от линии ДП вычерчивают обводы носовых шпангоутов, слева — кормовых. Исключение составляют несимметричные корпуса поплавков тримаранов и катамаранов, а также некоторых других малых судов специальных типов. Ватерлинии и батоксы на «корпусе» представлены в виде прямых

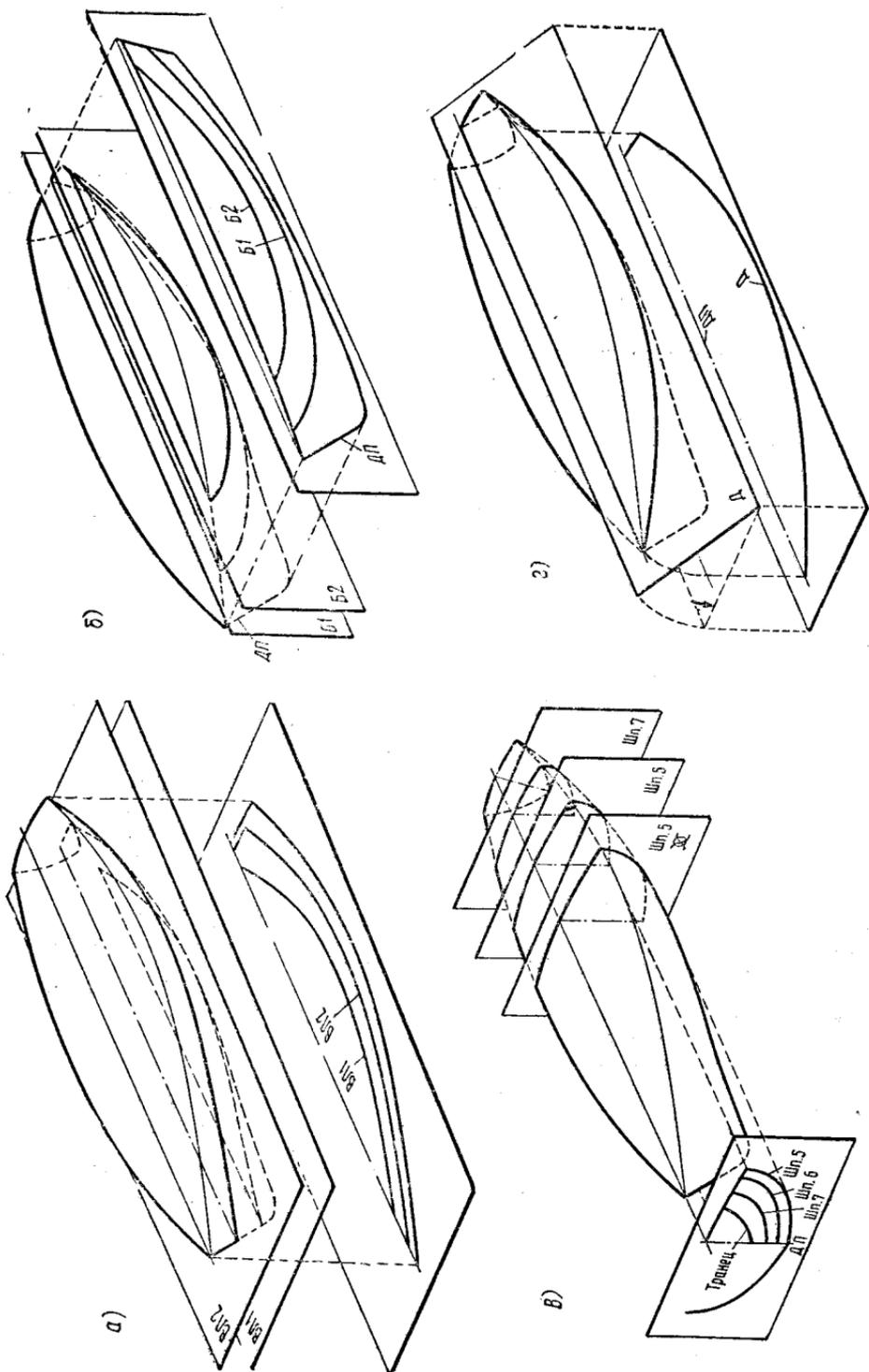


Рис. 4. Секунные плоскости и получение при их помощи линий теоретического чертежа: а — плоскости ватерлиний ВЛ и проекция «полушарота»; б — плоскости батоксов Б и проекция «бок»; в — плоскости шпангоутов Шп и проекция «корпус», г — плоскость диагонали Д и изображение диагонали на полушароте.

линий. Наконец, проекции всех ватерлиний на ОП образуют «полушироту». Свое название эта проекция получила вследствие того, что обычно вычерчивается только одна половина (обычно левая) корпуса.

На рис. 5 приведен полный теоретический чертеж (а в табл. 1 — таблица плавовых ординат) катера «Тюлень» водоизмещающего типа¹. Кроме рассмотренных выше линий на «корпусе» и «полушироте» нанесены линии, обозначенные буквами Д1 и Д2. Это — диагонали (или рыбины), получаемые дополнительными сечениями корпуса катера плоскостями, наклонными к ДП, но примерно перпендикулярными к обводам шпангоутов в их характерных точках — в местах наибольшей кривизны наружной обшивки. При вычерчивании

Таблица 1. Плавовые ординаты катера «Тюлень», мм (ординаты даны по наружной обшивке)

Линия теоретического чертежа	Номера конструктивных шпангоутов								Тр.	
	0	1	2	3	4	5	6	7		8
Полушироты от ДП										
Линия борта — ЛБ	355	608	851	904	945	952	945	930	895	831
Ватерлинии:										
ВЛ8	170	440	680	828	901	930	925	903	869	810
ВЛ7	125	380	619	779	870	909	909	883	845	782
ВЛ6	83	324	560	731	835	888	886	862	818	760
ВЛ5	45	277	506	683	800	862	869	835	789	726
ВЛ4 (КВЛ)	—	224	448	631	760	823	832	795	731	643
ВЛ3	—	161	381	560	692	750	712	625	—	—
ВЛ2	—	85	288	450	547	500	250	—	—	—
ВЛ1	—	—	125	205	165	—	—	—	—	—
Рыбина Д1	90	307	495	615	665	645	592	532	463	415
» Д2	238	475	685	845	970	1010	1010	985	930	879
Высоты от ОЛ										
Линия борта — ЛБ	1092	1043	988	945	915	907	907	911	920	930
Батокс Б3	—	—	908	640	367	297	318	349	420	568
» Б2	—	890	490	239	177	198	235	275	326	365
» Б1	930	449	170	110	111	149	152	254	306	340
Линия шпунта — ЛШ	435	127	58	55	72	115	172	241	302	336

диагоналей на «полушироте» эти плоскости условно разворачивают до горизонтального положения и кривые располагают вблизи от линии ДП. Диагонали служат для точного согласования обводов корпуса и проверки их плавности.

На боку и полушироте проведены еще несколько дополнительных линий: а) линия пересечения палубы с бортом или линия борта (ЛБ), остающаяся кривой на всех трех проекциях. На «боку» она имеет характерную форму или седловатость, обусловленную подъемом борта в носу и корме по отношению к мидель-шпангоуту;

б) линия форштевня и килля, переходящего в плавник, стабилизирующий катер на курсе;

в) линия шпунта (ЛШ) — линия примыкания наружной обшивки к форштевню и киллю;

г) обвод транца (Тр.);

д) линия палубы в ДП.

При необходимости на теоретический чертеж наносят обводы руля, плавников, в том числе и килей парусных яхт, линию фальшборта, положение продольных реданов, брызгоотбойников и т. п.

¹ Проект катера опубликован в 1-м и 2-м изданиях книги.

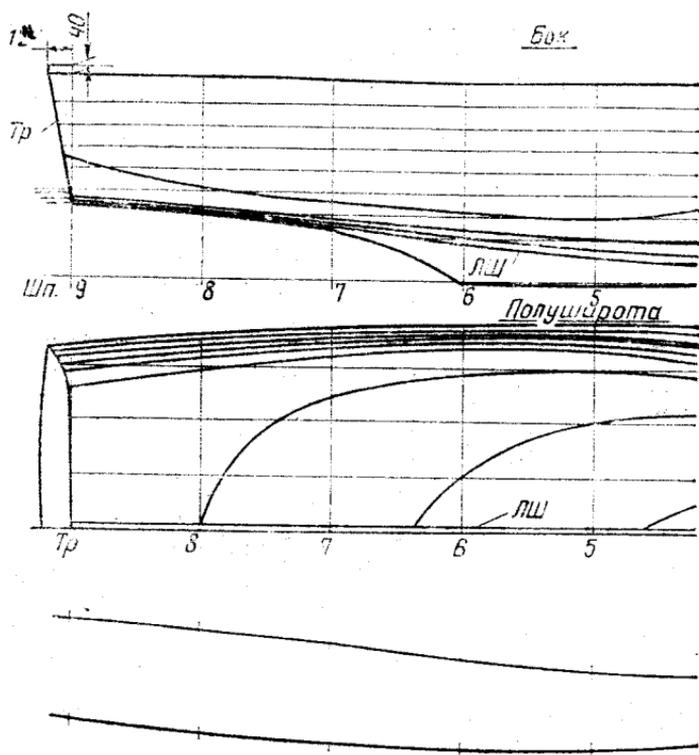


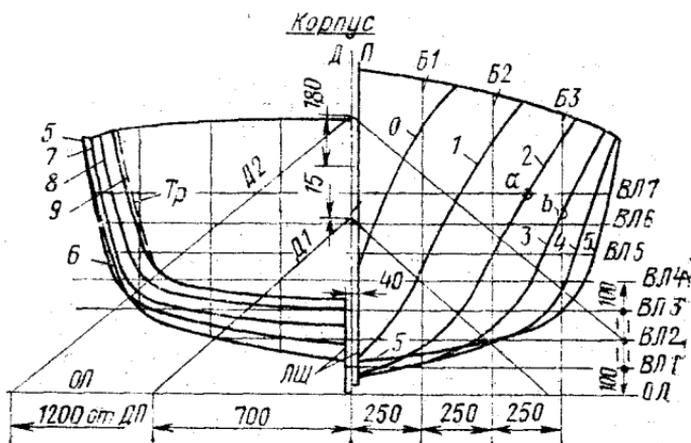
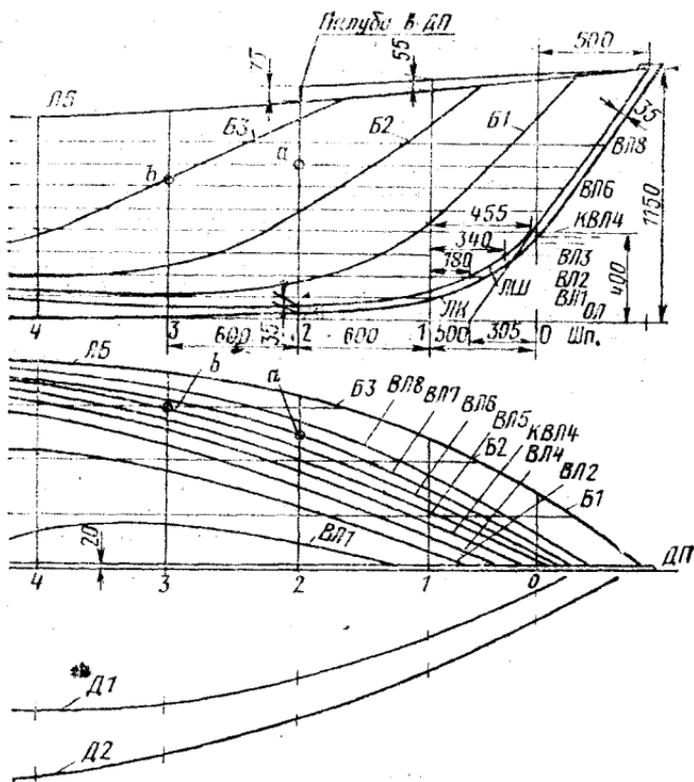
Рис. 5. Теоретический чертеж катера «Тюлень».

Главные размеры: длина наибольшая — 5,92 м; длина по КВЛ — 5,26 м; ширина наибольшая — 1,90 м; ширина по КВЛ — 1,66 м; высота борта на миделе — 0,91 м; осадка — 0,40 м; водоизмещение при осадке по КВЛ — 1,16 м³. ЛБ — линия борта; Б1 — Б3 — батоксы; ВЛ1 — ВЛ3 — ватерлинии; КВЛ — конструктивная ватерлиния; ЛК — линия кляя; ЛШ — линия шпунта; Шп. 0 — Шп. 9 — шпангоуты; ОЛ — основная линия; ДП — диаметральной плоскость; Тр. — транец; Д1 и Д2 — диагонали (рыбины).

Каждая линия теоретического чертежа обозначается буквами и нумеруется: шпангоуты — по направлению от носа к корме, начиная со шп. 0, обычно совпадающего с носовым концом КВЛ; ватерлинии — снизу вверх, начиная от ОЛ (ВЛ1, ВЛ2 и т. д.); батоксы — от ДП по направлению к борту (Б1, Б2 и т. д.). Чем сложнее обводы корпуса, тем большее число сечений необходимо для точного воспроизведения формы на чертеже. Число шпангоутов обычно принимается равным 11 (от 0 до 10-го) или 21 (от 0 до 20-го); для небольших лодок длиной 3—4 м с простыми обводами можно обойтись меньшим числом. Батоксов достаточно 2—3, а ватерлиний 5—12, в зависимости от типа судна.

Прямые линии на каждой проекции теоретического чертежа образуют так называемую сетку теоретического чертежа. Соответствующие линии сетки должны быть строго параллельны или перпендикулярны друг другу. Для удобства выполнения расчетов и контроля плавности обводов все одноименные секущие плоскости, а следовательно и соответствующие линии сетки, располагают на равных расстояниях одну от другой.

Важнейшим свойством теоретического чертежа является согласованность всех его точек между всеми тремя проекциями. Так, например, если на проекции «корпус» измерить ширину любого шпангоута на уровне любой



ватерлинии (например, размер от точки *a* пересечения шпангоута 2 с ВЛ7 до ДП — см. рис. 5), то точно такой же размер должен получиться и на полушироте между ДП и точкой пересечения этого шпангоута с данной ватерлинией. Если же на проекции «корпус» измерить расстояние от ОЛ до любой точки пересечения шпангоута со следом батокса (например, точки *b* на шп. 3), то точно такое же расстояние должно быть на проекции «бок», если его измерить от ОЛ до точки пересечения данных шпангоута в батокса.

Предварительную проверку согласованности теоретического чертежа можно вести по положению характерных точек пересечения батоксов с ватерлиниями

на «боку» и «полушироте» — они должны находиться точно друг над другом. Подобным же образом проверяется совпадение по одной горизонтали точек пересечения батоксов со шпангоутами на «боку» и «корпусе». Для удобства этой работы проекции теоретического чертежа обычно располагают на листе в следующем порядке: «бок» — в верхней части чертежа носом вправо; «полуширота» — внизу при условии расположения всех шпангоутов на обеих проекциях на одних вертикальных линиях; «корпус» — справа на одном уровне с «бокком» (ОЛ на обеих этих проекциях располагается на одной горизонтальной линии).

Теоретический чертеж выполняется с высокой точностью, так как от него зависит правильность расчетов и качество построенного судна. Масштаб чертежа принимают возможно более крупным (1:5, 1:10, 1:20 или 1:25), а толщину линий чертежа делают равной 0,1—0,2 мм; нарушение плавности линий и несогласованность отдельных точек на различных проекциях допускается также в пределах этих значений.

Теоретический чертеж деревянного судна с дощатой или реечной обшивкой вычерчивают по ее наружной поверхности. При разбивке на плазе и изготовлении лекала и шпангоутов толщину наружной обшивки учитывают, т. е. уменьшают на ее величину соответствующие размеры.

Обшивка малых судов с металлическими, пластмассовыми и фанерными корпусами имеет небольшую толщину, что позволяет изготавливать шпангоуты и лекала прямо по обводам теоретического чертежа.

Лишь в редких случаях судостроитель-любитель имеет в своем распоряжении масштабные чертежи малых судов, с которых можно было бы снимать необходимые размеры. В частности, приводимые в этой книге чертежи хотя и были изначально вычерчены в определенных масштабах, подверглись дополнительному уменьшению для размещения в формате книги. Такое значительное уменьшение не позволяет использовать приводимые чертежи для построечных работ, так как при снятии размеров с них получаются заметные ошибки. Например, теоретический чертеж «Тюленя» (см. рис. 5) в книге приведен в масштабе 1:37, поэтому ошибка в замере по чертежу в 0,1 мм вырастает на готовой детали судна в 4 мм, что, конечно, недопустимо. Поэтому строитель должен самостоятельно воспроизвести теоретический чертеж, хотя бы одну его проекцию — «корпус», в натуральную величину. Выполнить это построение, называемое плазовой разбивкой, помогает таблица ординат теоретического чертежа, которая выполняется конструктором при разработке проекта (см. табл. 1).

При сравнении обводов различных судов и выполнении расчетов их мореходных качеств часто пользуются безразмерными коэффициентами полноты объемов и площадей. К ним относятся:

— коэффициент полноты водоизмещения или общей полноты δ , связывающий линейные размеры корпуса с его погруженным объемом. Этот коэффициент определяется как отношение объемного водоизмещения V по КВЛ к объему параллелепипеда, имеющего стороны, равные L , B и T (рис. 6):

$$\delta = \frac{V}{L \cdot B \cdot T}.$$

Чем меньше коэффициент δ , тем более острые обводы имеет судно и, с другой стороны, тем меньше полезный объем корпуса ниже ватерлинии;

— коэффициенты полноты площади ватерлинии α и мидель-шпангоута β ; первый представляет собой отношение площади ватерлинии S к прямоугольнику со сторонами L и B :

$$\alpha = \frac{S}{L \cdot B},$$

второй — отношение площади погруженной части миделя \mathcal{O} к прямоугольнику, стороны которого равны B и T :

$$\beta = \frac{\mathcal{O}}{B \cdot T}.$$

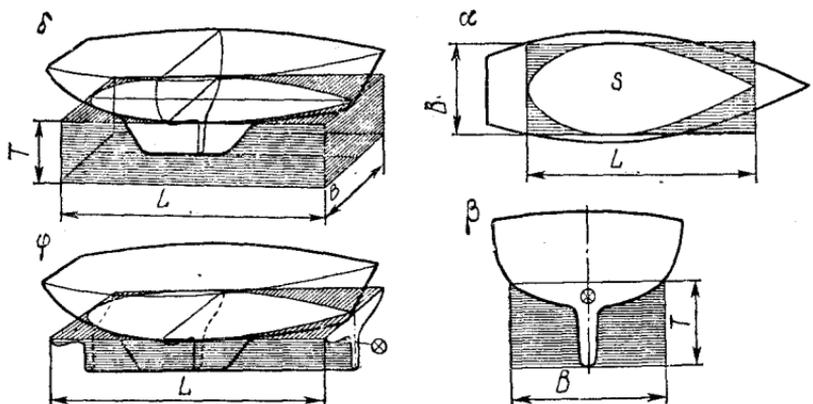


Рис. 6. Коэффициенты полноты площадей и водоизмещения.

⊗ — площадь миделя; S — площадь КВЛ.

Коэффициент α показывает, насколько заострена ватерлиния в оконечностях и какую роль в начальной остойчивости судна играет форма корпуса. С увеличением α повышается остойчивость, но, если речь идет о водоизмещающем судне, несколько ухудшаются обтекаемость корпуса и его ходкость, особенно на волнении и при большой осадке.

Коэффициент β косвенным образом характеризует продольное распределение объема и влияние обводов корпуса на ходкость судна. Однако более характерным является призматический коэффициент φ (коэффициент продольной полноты), который представляет собой отношение объемного водоизмещения V к объему призмы, имеющей основанием погруженную часть миделя, а высотой — длину судна по КВЛ:

$$\varphi = \frac{V}{\otimes \cdot L}.$$

Нетрудно заметить, что коэффициент φ связан с коэффициентами δ и β зависимостью

$$\varphi = \frac{\delta}{\beta}.$$

§ 3. Плаваемость

Построенное своими руками судно только тогда принесет удовлетворение строителю, если его важнейшие мореходные качества — плаваемость, непотопляемость, остойчивость, ходкость и т. п. — будут соответствовать условиям эксплуатации и обеспечивать безопасное и комфортабельное плавание экипажа.

Первым из этих качеств является плаваемость — способность судна держаться на плаву, имея заданную осадку при определенной нагрузке.

Уравнение плаваемости (или закон Архимеда) знакомо всем из школьного курса физики:

$$D = \gamma \cdot V.$$

Здесь D — масса судна, называемая также весовым водоизмещением и выражаемая в тоннах; γ — плотность воды (для пресной воды $\gamma = 1,00$ т/м³; для морской $\gamma = 1,015 \div 1,025$ т/м³); V — погруженный объем судна или объемное водоизмещение, выражаемое в кубических метрах.

Архимедова сила поддержания обусловлена действием на поверхность погруженной в воду части судна сил гидростатического давления воды, которые направлены перпендикулярно поверхности корпуса. Все эти силы могут быть

приведены к одной силе плавучести или поддержания γV , направленной вверх и приложенной в центре тяжести погруженного объема — центре величины (ЦВ).

Силы тяжести — веса корпуса, двигателя, оборудования, экипажа и т. п. — также могут быть приведены к одной равнодействующей силе D , направленной вниз и приложенной в центре тяжести — ЦТ судна. Для того чтобы судно плавало в состоянии равновесия, необходимо, кроме равенства сил поддержания и сил тяжести, чтобы они действовали по одной вертикали. Это условие может быть записано в виде

$$x_g = x_c; \quad y_g = y_c,$$

где x_g и x_c — соответственно отстояние ЦТ и ЦВ от плоскости миделя;

y_g и y_c — отстояние ЦТ и ЦВ от ДП судна.

Если при постройке или проектировании лодки окажется, что ее масса превышает объемное водоизмещение по КВЛ, а ЦТ смещен в нос или корму от ЦВ, то при спуске на воду судно погрузится глубже конструктивной ватерлинии и получит наклон — дифферент на нос или на корму. При продолжном наклонении в воду погружается дополнительный объем корпуса в носу или в корме и в ту же сторону смещается точка действия приложения равнодействующей сил плавучести (ЦВ) вплоть до того момента, пока не будет вновь достигнуто условие плавания в состоянии равновесия, т. е. $x_g = x_c$.

Иногда при несимметричном относительно ДП расположении тяжелых предметов оборудования — двигателя, аккумуляторной батареи, топливного бака и т. п. — возможно нарушение и второго равенства $y_g = y_c$. Тогда судно получает крен на тот борт, в сторону которого смещен ЦТ.

И увеличение осадки, и дифферент, и крен нежелательны, так как обводы ватерлиний судна могут существенно отличаться от тех, что были предусмотрены посадкой судна по проектную КВЛ. Чтобы этого не случилось, при разработке проекта выполняются расчеты весовой нагрузки будущего судна, в результате которого определяется весовое водоизмещение (общий вес судна) и положение центра тяжести. Для того чтобы упорядочить этот расчет, все составляющие нагрузки разбивают на несколько основных групп:

- 1 — корпус (с оборудованием и устройствами);
- 2 — механизмы (двигатель с обслуживающими его системами);
- 3 — снабжение;
- 4 — топливо;
- 5 — полезная нагрузка (экипаж с багажом);
- 6 — балласт и запас водоизмещения.

Расчеты ведутся в форме таблицы, в которой, кроме массы (ρ_i) отдельного узла или детали, указываются координаты его центра тяжести от миделя (x_i), от ОП — (z_i) и ДП (y_i) (табл. 2).

Произведение массы на соответствующую координату дает момент силы веса относительно плоскости миделя, ОП или ДП, а сумма моментов всех составляющих нагрузки, поделенная на общий вес, — соответствующую координату ЦТ всего судна:

$$x_g = \frac{\sum \rho_i \cdot x_i}{D} \text{ м};$$

$$y_g = \frac{\sum \rho_i \cdot y_i}{D} \text{ м};$$

$$z_g = \frac{\sum \rho_i \cdot z_i}{D} \text{ м}.$$

Наиболее трудоемкой частью работы является расчет веса и положения ЦТ корпуса, так как для этого требуется вычислить массу и определить положение ЦТ каждого шпангоута, переборки, обшивки и других элементов конструкции. Масса детали конструкции определяется умножением ее объема на плотность материала, из которого деталь изготовлена. В группу «корпус» входят все детали, составляющие его конструкцию: наружная обшивка, продольный и поперечный набор, переборки, палубный настил, надстройки и люки,

Таблица 2. Расчет весовой нагрузки и координат центра тяжести мотолюдки «Суперюсатка»

Наименование статей нагрузки	Масса, кг, p_i	Координаты, м		Моменты, кгс·м	
		x_i	z_i	$p_i \cdot x_i$	$p_i \cdot z_i$
1. Корпус					
А. Голый корпус					
Наружная обшивка	86	2,09	0,32	180	27,6
Настил палубы	20,5	2,78	0,91	57	18,7
Транец с набором	9,2	0,01	0,34	0	3,1
Шпангоуты	41	2,44	0,72	100	29,5
Продольный набор (стрингера, киль, прив. брус, реданы, буртики)	75	2,41	0,52	181	39
Рубка (комингсы, крыша, бимсы)	37	3,40	1,32	126	48,8
Комингсы кокпита и рецесс	5,2	1,40	0,98	7	5,1
Крепеж и клей	7,0	2,40	0,85	17	6
Оклейка корпуса стеклопластиком и окраска	40	2,40	0,80	96	32
Пайолы в кокпите и каюте	31	2,38	0,20	74	6,2
Рундуки в кокпите, койки, шкаф и бар в каюте	27,5	2,20	0,49	61	13,5
Дельные вещи	3,6	2,15	0,98	8	3,5
Итого по «голому корпусу»	383	2,37	0,61	907	233
Б. Судовые устройства и оборудование					
Рулевое устройство и дистанционное управление моторами	4,3	1,75	0,85	8	3,7
Якорное, швартовное и тентовое устройства	9,0	2,6	1,00	23	9,0
Электрооборудование	12,5	1,45	0,45	18	5,6
Камбуз с баллоном	8,6	1,15	0,50	10	4,3
Складные сиденья в кокпите	9,2	1,95	0,85	18	7,8
Итого по «устройствам»	43,6	1,8	0,70	77	30,4
2. Механизмы					
Два подвесных мотора «Вихрь-30»	96	-0,11	0,5	-11	48
3. Судовое снабжение					
Матрасы; весла; отпорный крюк; спасательные принадлежности; огнетушитель и т. п.	26	2,5	0,63	65	16,4

Наименование статей нагрузки	Масса, кг, p_i	Координаты, м		Моменты, кгс·м	
		x_i	z_i	$p_i \cdot x_i$	$p_i \cdot z_i$
4. Топливо					
Топливо в стационарных баках и запас масла	89	0,40	0,60	36	53,4
5. Пассажиры (4 чел.) с багажом	400	1,60	1,0	640	400
Полное водоизмещение	1038	1,65	0,75	1714	781,2
Водоизмещение порожнем (без запаса топлива и пассажиров)	549	1,90	0,60	1039	327,8
Примечание: Абсциссы x_i взяты от теоретической линии транца; аппликаты z_i — от ОП; расчет ординаты y_i не выполняется вследствие симметричности нагрузки относительно ДП.					

двери, иллюминаторы, трапы, слани и т. п.; оборудование помещений: диваны, шкафы, столы, полки, камбуз и т. п.; рулевое, якорное, швартовное и буксирное устройства, тенты, леерное устройство; системы осушительная, санитарная и т. п. К группе «механизмы» относят двигатель, реверс-редуктор, гребной вал с подшипниками и кронштейном, бензобаки с топливным трубопроводом, систему охлаждения и газовыхлопа и т. п., запасные части и инструмент.

В группу «снабжение» входят швартовные концы, спасательное имущество, весла, отпорные крюки, ведра, черпаки, спальные принадлежности, спасательные и сигнальные средства.

В группу «топливо» входит весь запас топлива и масла для двигателя. «Полезную нагрузку» составляет масса всех членов экипажа с багажом и личными вещами (обычно 100 кг на каждого человека), запас питьевой воды и продовольствия.

«Запас водоизмещения» необходим для учета набухания деревянного корпуса, различных дополнительных грузов, которые появятся в результате модернизации судна. Для повышения остойчивости может быть предусмотрен внутренний или наружный балласт (на парусных яхтах его величина может достигать 32—45 % водоизмещения).

Специфической группой нагрузки для парусных яхт является группа «парусное вооружение», которую составляют рангоут, бегучий и стоячий такелаж, паруса, блоки, палубные механизмы.

При расчете весовой нагрузки оборудования, устройств и механизмов определение массы отдельных элементов и положения их центра тяжести проблемы не составляет: массу можно найти в технических характеристиках различных изделий, а координаты ЦТ снять с чертежа общего расположения.

Расстояние от ЦТ отдельного составляющего элемента нагрузки до миделя условно считают положительным и вписывают в таблицу со знаком плюс, если груз расположен в нос от миделя, и отрицательным (вписывают со знаком минус), если он расположен в корму. При расположении ЦТ элемента к правому борту от ДП ордината y считается положительной; к левому — отрицательной. Если ЦТ расположен выше ОП, то z положительная; если ниже ОП — отрицательная.

Здесь вопросам расчета весовой нагрузки потому уделяется много внимания, что при постройке строитель может решить изменить планировку корпуса, переместить двигатель или поставить другой, — словом изменить положение

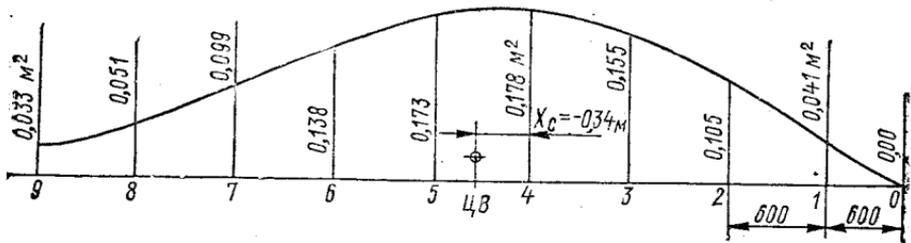


Рис. 7. Строевая по шпангоутам катера «Тюлень» (см. табл. 3).

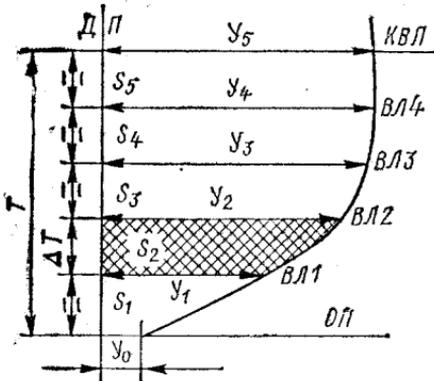


Рис. 8. Расчет площади шпангоута по методу трапеций.

центра тяжести. В таких случаях рекомендуется заранее оценить изменение осадки судна на воде.

Проще всего приблизительно прикинуть изменение осадки судна при приеме или снятии какого-либо груза. Величина груза, изменяющего осадку судна на 1 см, равна:

$$p = 0,01 \cdot \gamma \cdot \alpha \cdot L \cdot B \text{ т.}$$

Здесь α — коэффициент полноты площади ватерлинии; L и B — длина и ширина судна по ватерлинии, м. Для прикидочных расчетов коэффициент α можно принимать равным 0,75—0,80 для мотолодок и катеров и 0,62—0,70 для гребных круглоскулых лодок с традиционными обводами. Величина p представляет собой объем призмы, имеющей основание в виде КВЛ и высоту, равную 1 см.

Для расчета крена и дифферента необходимо, кроме массы и положения ЦТ судна, знать его объемное водоизмещение и положение центра величины ЦВ, который является центром тяжести объема воды, вытесненного корпусом судна. Простейшим способом расчета этих величин является построение строевой по шпангоутам (рис. 7). В качестве базы для построения этой кривой служит линия ДП на полушироте теоретического чертежа, причем линии теоретических шпангоутов продлеваются вниз. На каждой из этих линий в определенном масштабе следует отложить погруженную площадь соответствующего шпангоута. Для остроскулых судов — плоскодонных или имеющих килеватость, рассчитать площадь шпангоута не представляет труда: достаточно разделить его на простые геометрические фигуры — прямоугольники, треугольники, трапеции.

Этот же принцип можно применить и для расчета площадей шпангоутов круглоскулых корпусов, но более точный результат дает способ трапеций. Сущность его состоит в следующем. Если фигуру, ограниченную кривой линией, разделить равноотстоящими прямыми на достаточно большое число равных частей, то площадь каждой части можно вычислить как для трапеции (рис. 8):

$$s_2 = \frac{1}{2} (y_1 + y_2) \cdot \Delta T \text{ м}^2.$$

Суммируя затем площади всех трапеций, можно получить площадь всей фигуры как сумму площадей всех трапеций:

$$S = s_1 + s_2 + s_3 + s_4 + s_5 = \frac{1}{2} \Delta T (y_0 + y_1) + \dots + \frac{1}{2} \Delta T (y_4 + y_5) = \\ = \Delta T \left(\frac{1}{2} y_0 + y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + \frac{1}{2} y_5 \right) \text{ м}^2.$$

Таким образом, для вычисления площади шпангоута необходимо найти сумму всех ординат y_i по ватерлиниям за вычетом полусуммы ординат крайних ватерлиний — при ОП и КВЛ, и умножить результат на расстояние ΔT между ватерлиниями и на 2, так как расчет велся для половины шпангоута. Подобный же принцип может быть использован и для вычисления площади любой ватерлинии, которая делится теоретическими шпангоутами на равные по длине участки ΔL .

Найдя по проекции «корпус» погруженные площади каждого шпангоута ω_i , их откладывают вниз от ДП в определенном масштабе, затем проводят плавную кривую. Нетрудно сообразить, что если сложить, например, ординаты площадей шп. 5 и 6 и умножить на расстояние между шпангоутами ΔL , то получится объем части корпуса как усеченной пирамиды, имеющей основания в виде погруженных в воду частей шп. 5 и 6. Следовательно, располагая строевой по шпангоутам, можно вычислить водоизмещение, используя тот же принцип трапеций:

$$V = \Delta L \left(\frac{1}{2} \omega_0 + \omega_1 + \dots + \omega_9 + \frac{1}{2} \omega_{10} \right) \text{ м}^3.$$

Здесь все величины должны быть выражены в м и м².

Пользуясь правилом трапеций, можно найти и положение центра величины — ЦВ, поскольку он должен совпадать с положением центра тяжести строевой по ватерлинии относительно миделя. Для этого вычисляется статический момент площади, ограниченной строевой по шпангоутам, относительно мидель-шпангоута, причем абсциссы носовых шпангоутов берутся со знаком плюс, кормовых — со знаком минус. При десяти теоретических шпангоутах

$$M = \Delta L^2 \left(\frac{1}{2} \cdot 5 \cdot \omega_0 + 4 \cdot \omega_1 + 3 \cdot \omega_2 + \dots + 0 \cdot \omega_5 - 1 \cdot \omega_6 - \right. \\ \left. - 2 \cdot \omega_7 - \dots - 4 \cdot \omega_9 - \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot \omega_{10} \right) \text{ м}^4.$$

Абсцисса ЦВ от миделя составляет

$$x_c = \frac{M}{V} \text{ м}.$$

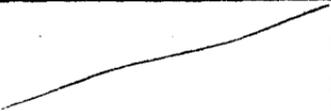
Пример вычислений для катера «Тюлень» представлен в табл. 3.

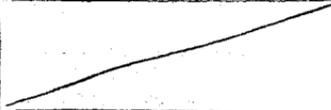
В подавляющем большинстве случаев ЦТ и соответственно ЦВ судна располагаются немного в корму от мидель-шпангоута, поскольку носовая часть корпуса более острая, чем кормовая. На водоизмещающих лодках и катерах это смещение невелико — не превышает 10% L . Однако для более быстроходных судов, особенно для глиссирующих, желательнее более кормовая центровка, при которой ЦТ располагается от транца на расстоянии 36—41% L . На расчетном режиме движения эти катера поддерживаются гидродинамическими подъемными силами, результирующая которых приложена в кормовой трети днища. Смещение ЦТ к транцу позволяет получить оптимальный угол атаки днища и смоченную длину. Начальный дифферент на нос на глиссирующем судне, хотя и облегчает в ряде случаев выход на глиссирование, становится причиной продольной неустойчивости движения на полном ходу — дельфинирования.

Если в результате расчетов оказалось, что абсциссы ЦТ и ЦВ не совпадают, то необходимо перемещением наиболее тяжелых элементов весовой нагрузки соответственно сдвинуть ЦТ в нос или корму. Расстояние, на которое необходимо перемещать груз весом P , равно

$$l = \frac{D}{P} (x_c - x_g) \text{ м}.$$

Таблица 3. Пример расчета водоизмещения и отстояния центра величины по строевой по шпангоутам для катера «Тюлень» (см. рис. 7)

	№ шпангоута					
	0	1	2	3	4	5
Погруженная площадь половины шп. по ДП $\omega_i, \text{ м}^2$	0	0,041	0,105	0,155	0,178	0,173
Множитель n $\omega_i \cdot n$	4	3	2	1	0	-1
	0	0,123	0,210	0,155	0	-0,173

	№ шпангоута				Поправка $\frac{1}{2}(\omega_6 + \omega_9)$	Σ
	6	7	8	9		
Погруженная площадь половины шп. по ДП $\omega_i, \text{ м}^2$	0,138	0,099	0,051	0,033	-0,016	0,956
Множитель n $\omega_i \cdot n$	-2	-3	-4	-5	-	-
	-0,276	-0,287	-0,204	-0,165	0,087	-0,534

Водоизмещение:

$$V = 2\Delta L \sum_{i=0}^9 \omega_i = 2 \cdot 0,63 \cdot 0,956 = 1,15 \text{ м}^3.$$

Статический момент водоизмещения относительно миделя:

$$M = 2\Delta L^2 \sum_{i=1}^9 n_i \cdot \omega_i = 2 \cdot 0,6^2 \cdot (-0,534) = -0,384 \text{ м}^4.$$

Абсцисса ЦВ от миделя (ши. 4):

$$x_c = \frac{M}{V} = -\frac{0,384}{1,15} = -0,34 \text{ м}.$$

Знак перед l , получившийся вычислением по этой формуле, показывает, в какую сторону нужно смещать груз: если плюс, то груз смещают в корму, минус — в нос. На яхтах все решается просто небольшим смещением балластного фальшкиля; на катерах можно варьировать положением двигателя, аккумуляторной батареи, запасов топлива и экипажа.

Не предусмотренный проектом построечный дифферент существенно влияет на ходовые качества малого судна и поведение его на волне. Дифферент на нос всегда нежелателен, так как лодка становится неустойчивой на курсе, сильно зарыскивает и плохо всходит на встречную волну. Кроме того, на судах некоторых типов при сильном носовом дифференте из воды выходит более широкая кормовая часть корпуса, площадь ватерлинии и ее ширина уменьшаются, вследствие чего судно становится валким (легко получает крен при незначительных кренящих силах).

Чрезмерный дифферент на корму на тихоходной лодке может стать причиной погружения в воду широкого транца и вследствие этого — повышенного сопротивления воды. Кроме того, создается опасность заливания лодки через транец попутной волной или при случайном перемещении в корму пассажиров.

С плавучестью и осадкой малого судна связаны непосредственно такие понятия как предельная грузоподъемность и минимальная вы-

сота надводного борта. Последняя оговаривается в большинстве правил постройки малых судов. Например, Регистр СССР требует, чтобы минимальный надводный борт открытых спасательных шлюпок с полной нагрузкой был бы не менее 6% длины шлюпки, а у форштевня — не менее 10%. По ГОСТ 19105—73 «Суда прогулочные гребные и моторные. Типы, основные параметры и общие технические требования» в зависимости от высоты надводного борта регламентируется высота волны, при которой допускается эксплуатация данного судна. Например, если надводный борт составляет 0,20 м, то лодка может быть допущена к плаванию при волне, не превышающей 0,25 м. В правилах «Дет Норске Веритас», принятых в странах Скандинавии, минимальный надводный борт при полной нагрузке судна должен быть не менее 0,20 В, где В — ширина судна, а на самых маленьких лодках — не менее 0,2 м.

Под минимальной высотой надводного борта понимается расстояние от ватерлинии до верхней кромки водонепроницаемой конструкции. Например, если мотолодка с подвесным мотором не имеет подмоторной ниши-реcessа, который отделяет водонепроницаемой переборкой траец, снабженный вырезом для навески мотора, то минимальным надводным бортом является расстояние от ВЛ до верхней кромки этого выреза. Наоборот, если кокпит лодки огражден высоким кокингсом, прочно связанным с корпусом, то высоту борта можно замерять до верхней кромки этого кокинга независимо от положения теоретической линии борта (см., например, проект лодки «Сарган»).

Очевидно, чем выше надводный борт, тем больше груза или пассажиров может принять судно, если конечно, при этом не нарушаются два других основных эксплуатационных качества — его остойчивость и непотопляемость. В практике работы органов надзора за безопасностью плавания на малых судах пассажироместность и грузоподъемность определяются в зависимости от валового — полного внутреннего объема корпуса до высоты водонепроницаемого борта. Его можно подсчитать, используя правило трапеций и определяя площадь каждого шпангоута от киля до минимальной высоты борта. Вместимость спасательных шлюпок, например, получается от деления валового объема на 0,283 м³ — условный объем, который занимает сидящий в шлюпке человек. В других правилах, умножив валовый объем на плотность воды, получают максимальное водоизмещение лодки. Из полученной величины вычитают массу корпуса с закрепленным на нем оборудованием и массу топлива в стационарных баках. Одна пятая (20%) оставшегося водоизмещения и является допустимой нагрузкой для лодки, если она рассчитана на подвесной мотор.

Если на лодке установлен стационарный двигатель, то из максимального водоизмещения, кроме массы корпуса, закрепленного оборудования и топлива вычитается масса двигателя, аккумуляторной батареи, а грузоподъемность определяется как одна седьмая (14%) оставшегося водоизмещения. Разделив эту величину на 100 кг, можно получить пассажироместность судна. В случае мотолодки с подвесным мотором предварительно из допустимой нагрузки необходимо вычесть массу мотора и стартерной батареи.

Для быстрой прикидки максимального числа людей, допустимого к посадке в лодку, можно пользоваться простой формулой:

$$n = 0,7 \cdot L_{нб} \cdot B_{нб} \text{ чел.}$$

где $L_{нб}$ и $B_{нб}$ — наибольшие длина и ширина корпуса. Если получается дробное число, оно округляется до меньшего целого числа.

§ 4. Остойчивость

Способность судна противостоять действию внешних сил, стремящихся наклонить его в поперечном и продольном направлениях, и возвращаться в прямое положение после прекращения их действия называется **стойчивостью**. Наиболее важной для любого судна является его поперечная **стойчивость**, поскольку точка приложения сил, противодействующих крену, располагается в пределах ширины корпуса, которая в 2,5—5 раз меньше его длины.

Начальная стойчивость (на малых углах крена). Когда судно плавает без крена, то силы тяжести D и плавучести $\gamma \cdot V$, приложенные соответственно в ЦТ

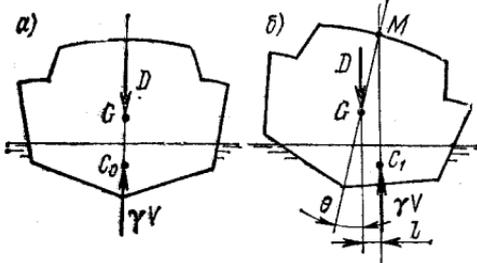


Рис. 9. Появление восстанавливающего плеча l при крене катера на угол θ : а — катер в прямом положении; б — расположение линий действия сил в наклоненном положении. M — метацентр.

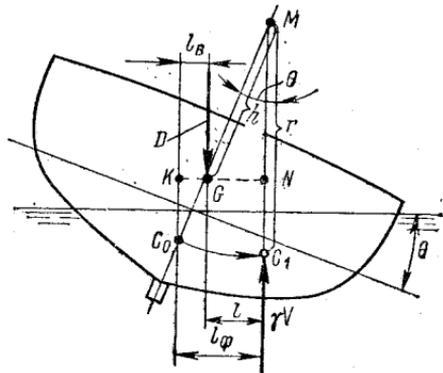


Рис. 10. Схема для определения плеча поперечной остойчивости при наклонении на угол θ .

и ЦВ, действуют по одной вертикали (рис. 9). Если при крене на угол θ экипаж либо другие составляющие весовой нагрузки не перемещаются, то при любом наклоне ЦТ сохраняет свое первоначальное положение в ДП (точка G на рис. 9), вращаясь вместе с судном. В то же время вследствие изменившейся формы подводной части корпуса ЦВ перемещается из точки C_0 в сторону наклоненного борта до положения C_1 . Благодаря этому возникает момент пары сил D и $\gamma \cdot V$ с плечом l , равным горизонтальному расстоянию между ЦТ и новым ЦВ судна (рис. 9, б). Этот момент стремится возратить судно в прямое положение и потому называется восстанавливающим.

При крене ЦВ перемещается по кривой траектории C_0C_1 , радиус кривизны которой называется поперечным метацентрическим радиусом, а соответствующий ему центр кривизны M — поперечным метацентром. Величина метацентрического радиуса $r(C_0M)$ зависит от момента инерции площади ватерлинии относительно продольной оси судна I_x (m^4) и его водоизмещения V (m^3):

$$r = \frac{I_x}{V} \text{ м.}$$

В случае прямоугольного понтона

$$I_x = \frac{L \cdot B^3}{12} \text{ м}^4,$$

т. е. чем шире ватерлиния и чем меньше при этом водоизмещение судна, тем больше поперечный метацентрический радиус. Узкие и тяжелые корпуса обладают соответственно небольшим радиусом r .

Очевидно, что плечо восстанавливающего момента зависит от расстояния GM — возвышения метацентра над центром тяжести: чем оно меньше, тем меньше получается при крене и плечо l . На самой начальной стадии наклонения судна (в пределах до $10-15^\circ$) величина GM или h рассматривается судостроителями как мера остойчивости судна и называется поперечной метацентрической высотой. Чем больше h , тем большая необходима кренящая сила, чтобы наклонить судно на какой-либо определенный угол крена, тем устойчивее судно.

Из треугольника GMN (рис. 10) легко установить, что восстанавливающее плечо

$$l = GN = h \cdot \sin \theta \text{ м.}$$

Восстанавливающий момент, учитывая равенство $\gamma \cdot V$ и D , равен

$$M_B = D \cdot h \cdot \sin \theta \text{ кгс} \cdot \text{м.}$$

Следовательно, остойчивость судна — величина его восстанавливающего момента — пропорциональна водоизмещению: более тяжелое судно в состоянии выдержат кренящий момент большей величины, чем легкое, даже при равных метацентрических высотах.

Восстанавливающее плечо можно представить как разность двух расстояний (см. рис. 9): l_ϕ — плеча остойчивости формы и l_B — плеча остойчивости веса. Нетрудно установить физический смысл этих величин, так как первая из них определяется отклонением при крене линии действия силы веса D от первоначального положения точно над ЦВ, а вторая — смещением в сторону крена центра величины. Рассматривая действие сил D и $\gamma \cdot V$ относительно C_0 можно заметить, что сила D стремится наклонить судно еще больше, а сила $\gamma \cdot V$, наоборот, выпрямить его.

Из треугольника C_0GK можно найти, что

$$l_B = GK = C_0G \cdot \sin \theta \text{ м,}$$

где $C_0G = a$ — возвышение ЦТ над ЦВ в прямом положении судна.

Отсюда ясно, что для уменьшения отрицательного действия силы веса надо по возможности понизить ЦТ судна. В идеальном случае — на гоючных яхтах с балластным фальшкилем, масса которого достигает 45—60 % водоизмещения судна, — ЦТ располагается ниже ЦВ. У таких яхт остойчивость веса становится положительной и способствует спрямлению судна.

Так как масса экипажа на малых судах составляет большую часть водоизмещения, перемещение людей в лодке существенно сказывается как на изменении положения центра тяжести, так и на величине кренящего момента. Достаточно, например, всем четырем пассажирам мотолодки встать, чтобы центр тяжести стал выше на 250—300 мм, а один человек, севший на борт, вызывает крен более 10°. Еще более существенную роль играет масса экипажа на легких гребных лодках и байдарках. Поэтому при разработке проекта да и при постройке малого судна необходимо заботиться возможно более низким расположением экипажа. Высоту банок на гребных лодках не следует делать выше 150—200 мм, а сидений на моторных лодках и катерах — выше 250—300 мм. Возможно ниже должны устраниваться платформы кокпитов и пайолы в трюмах.

Для повышения остойчивости важно также пониже расположить все тяжелое оборудование и снабжение: стационарный двигатель, аккумуляторы, якоря. Запасы горючего рекомендуется размещать в цистернах, имеющих поперечное сечение, соответствующее килеватости днища, и расположенных под пайолами кокпита. Если судно снабжается надстройкой, то необходимо по возможности облегчить ее конструкцию и снизить высоту.

В случаях, когда требуется обеспечить особенно высокую остойчивость, необходимую для плавания под парусами либо для компенсации влияния громоздких надстроек, приходится загружать судно балластом. Оптимальное его расположение — снаружи корпуса в виде фальшкиля — свишовой или чугуновой отливки, прикрепленной к килю и усиленным флорам на болтах. Чем глубже под ватерлинией закреплен фальшкиль, тем в большей степени понижается общий центр тяжести судна.

Менее эффективен внутренний балласт из металлических отливок, укладываемый в трюме судна. Он должен быть надежно закреплен, чтобы исключить перемещение в сторону наклоненного борта, ибо в этом случае балласт будет способствовать опрокидыванию судна. Кроме того, нужно позаботиться о том, чтобы чушки не пробили тонкую обшивку днища при плавании на волнении.

При разработке проекта нового судна конструктор имеет возможность изменять величину остойчивости, задавая ту или иную форму корпусу. Например, большое значение имеют ширина лодки по ватерлинии и коэффициент ее полноты α . Приближенно величину метацентрического радиуса можно определить по формуле

$$r = \frac{L \cdot B^3 \alpha^2}{12V} \text{ м.}$$

Следовательно, наиболее существенно на величину r и поперечной метацентрической высоты h влияют ширина корпуса по ватерлинии B и коэффициент полноты ватерлинии α . Поэтому даже небольшое уменьшение ширины корпуса строящегося судна по сравнению с проектом всегда нежелательно, и строитель должен постараться выдержать все ординаты шпангоутов по ширине особенно точно.

Если говорить о коэффициенте полноты ватерлинии, то наиболее благоприятной для остойчивости формой является прямоугольник ($\alpha = 1$). Поэтому в тех случаях, когда важно получить судно с максимальной остойчивостью, целесообразны корпуса типа «морские сани», катамараны или тримараны, у которых борта почти параллельны по всей длине. Чем большая доля водоизмещения лодки смещается при крене в сторону наклоненного борта, тем ближе к этому борту смещается центр величины и больше плечо восстанавливающего момента. С этой точки зрения наилучшей остойчивостью обладает корпус с обводом миделя, близким к дуге окружности; у него плечо остойчивости при крене изменяется весьма незначительно. Несмотря на простоту обводов, плоскодонные лодки при достаточной ширине имеют лучшую остойчивость.

Начальная поперечная метацентрическая высота является важной характеристикой начальной остойчивости судна. Она всегда определяется расчетом при проектировании судна и подлежит проверке методом кренования при испытаниях его на воде. Точный расчет ее требует тщательного выполнения довольно громоздких вычислений, хотя конечная формула для определения h не так уж сложна:

$$h = z_c + r - z_g \text{ м.}$$

Здесь z_c — возвышение над ОП центра величины; z_g — возвышение над ОП центра тяжести; r — метацентрический радиус.

Положение ЦВ можно определить, построив так называемую строевую по ватерлиниям. От вертикальной оси на каждой ватерлинии откладывают ее площадь в определенном масштабе; полученные точки соединяют плавной кривой. Строевая по ватерлиниям обладает теми же свойствами, что и строевая по шпангоутам: ее полная площадь по КВЛ в определенном масштабе численно равна водоизмещению судна, а отстояние центра тяжести площади от ОП соответствует аппликате z_c ЦВ судна.

Грубо приближенно можно определить z_c помня, что ЦВ располагается посередине осадки ($z_c = 0,5T$), если обводы шпангоутов близки к прямоугольнику, и на $1/3$ ниже ватерлинии ($z_c = 0,7T$), если обводы шпангоутов близки к треугольнику. Для круглоскулых обводов для расчета z_c можно воспользоваться формулой

$$z_c = \frac{T}{1 + \delta/\alpha} \text{ м.}$$

Высота z_g определяется в результате расчета весовой нагрузки судна, а величину начальной метацентрического радиуса r можно приближенно рассчитать по формуле, приведенной на стр. 24.

Минимальной величиной начальной поперечной метацентрической высоты, обеспечивающей безопасное плавание лодки или катера в самых легких условиях — на внутренней закрытой акватории, считается $0,25$ м. Однако на самых легких и узких лодках и этой величины может оказаться недостаточно, если принять в расчет случай, когда один или два пассажира встанут во весь рост, например, меняясь местами, и центр тяжести сразу повысится на $0,2$ — $0,3$ м. Величина же h , близкая к нулю, означает, что судно оказывается в положении безразличного равновесия, так как с увеличением крена восстанавливающее плечо l не увеличивается; по окончании действия кренящего момента лодка остается плавать с креном. Отрицательная же h означает, что метацентр располагается ниже ЦТ и при небольшом крене лодка опрокидывается (рис. 11).

При эксплуатации малого судна возможны такие случаи, когда оно оказывается расположенным бортом к волне от проходящего мимо катера; когда его приходится буксировать и возможны рывки буксирного троса, направленные поперек лодки; когда для уклонения от плавающего «топляка» водитель резко перекладывает на борт румпель подвесного мотора и т. п. и т. д.

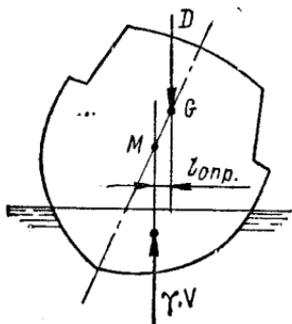


Рис. 11. Случай действия сил, когда метацентр M оказывается расположенным ниже центра тяжести G .

$l_{опр}$ — плечо опрокидывающего момента пары сил $\gamma \cdot V$ и D .

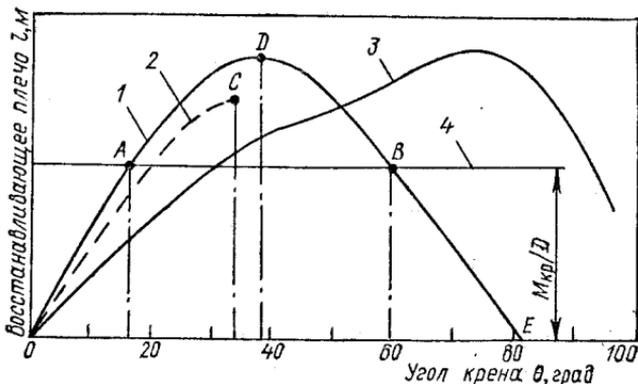


Рис. 12. Диаграмма статической остойчивости.

1 — высокобортный катер с каютой; 2 — шлюпка открытого типа; 3 — мореходная моторная яхта с балластом; 4 — плечо кренящего момента $M_{кр}$.
 А (угол крена $\theta = 16^\circ$) — устойчивое положение судна при действии момента $M_{кр}$; В ($\theta = 60^\circ$) — неустойчивое положение; С ($\theta = 33^\circ$) — угол заливания шлюпки; D ($\theta = 38^\circ$) — максимум восстанавливающего момента; Е ($\theta = 82^\circ$) — угол заката диаграммы остойчивости l .

Все это заставляет обеспечивать значение начальной поперечной метацентрической высоты не менее 0,5 м, а если судно должно выходить на открытую воду при волнении до 3 баллов, требуется, чтобы она была не менее 0,7 м. У парусных яхт с тяжелым балластным килем h достигает величины 1,2—1,5 м, что необходимо для обеспечения судну способности нести паруса, не опрокидываясь. На легких швертботах при плавании под парусами экипаж откренивает судно, перемещаясь на наветренный борт. При этом удается настолько переместить ЦТ к борту, что линия действия силы D пересекается с ДП значительно ниже ЦВ и плечо остойчивости веса получается положительным (см. рис. 10).

Остойчивость на больших углах крена. Как было показано выше, плечо восстанавливающего момента с увеличением крена изменяется пропорционально углу крена. Не остается постоянной и величина поперечного метацентрического радиуса, которая зависит от изменяющейся формы креновой ватерлинии. Поэтому конструктор при разработке проекта судна рассчитывает восстанавливающий момент или его плечо для нескольких углов крена вплоть до предельного крена, когда оно опрокидывается. При таком крене центр тяжести судна вновь оказывается расположенным на одной вертикали с ЦВ и плечо восстанавливающего момента l равно нулю. Получаемая в результате этого расчета кривая зависимости восстанавливающего момента от угла крена называется диаграммой статической остойчивости.

Характерные диаграммы для трех типов судов приведены на рис. 12. На них легко выделить моменты, когда восстанавливающий момент достигает своей максимальной величины (точка D на кривых 1 и 3) и крен, при котором судно теряет остойчивость (точка E на кривой 1 — так называемый угол заката диаграммы). Открытая лодка или шлюпка может залиться водой при сравнительно небольшом крене, когда остойчивость еще не достигнет своего максимума, но кромка борта (планширь) уже погрузится в воду (точка C на кривой 2). У килевой яхты угол заката диаграммы статической остойчивости составляет 130 — 140° , а максимального значения восстанавливающий момент достигает при крене 90° , когда мачта с парусами уже лежит на воде. Для большинства малых судов, не имеющих балласта, угол заката равен 50 — 60° .

Форма диаграммы статической остойчивости и положение ее характерных точек зависят от обводов корпуса и положения ЦТ судна. Обычно максимальное восстанавливающее плечо бывает при угле крена, соответствующем началу погружения в воду кромки палубы, когда ширина креновой ватерлинии оказы-

вается наибольшей. Поэтому чем выше надводный борт, тем до большего угла крена судно сохраняет свою остойчивость. В момент, когда из воды выходит киль, ширина креновой ватерлинии начинает уменьшаться; соответственно уменьшается и величина метацентрического радиуса r . В то же время плечо остойчивости веса увеличивается, пока при угле заката диаграммы остойчивости восстанавливающее плечо l не становится равным нулю.

С помощью диаграммы статической остойчивости конструктор и капитан могут оценивать способность судна противостоять тем или иным кренящим силам, возникающим, например, при перемещении части груза к одному из бортов, действии ветра на паруса и т. п. Кренящий момент $M_{кр}$ (или его плечо, равное $M_{кр}/D$) наносится на диаграмме в виде кривой (или прямой) в зависимости от угла крена.

На рис. 12 в качестве примера нанесено плечо кренящего момента, величина которого не изменяется в зависимости от крена судна. Эта прямая пересекает кривую восстанавливающего момента в двух точках — A и B . В точке A — на восходящей ветви диаграммы — судно займет устойчивое положение с креном около 18° . При действии небольшого дополнительного кренящего момента крен судна увеличится, но с прекращением его действия оно возвратится в прежнее положение A . На нисходящей ветви диаграммы в точке B (крен 60°) небольшое приращение кренящего момента вызовет значительное увеличение крена, так как восстанавливающий момент окажется меньше кренящего; судно может опрокинуться. При уменьшении же кренящего момента судно из положения B перейдет в положение A . Следовательно, положение судна, соответствующее точке B , является неустойчивым.

На практике возможны также случаи, когда величина кренящего момента превышает максимум диаграммы статической остойчивости; в таких случаях судно, как правило, опрокидывается под действием внешних сил. Судно может опрокинуться и небольшим по величине кренящим моментом, но действующим динамически, когда внешние силы прикладываются к судну мгновенно. Такое случается, например, при внезапно налетевшем шквале или ударе волны в наветренную скулу, прыжке человека на борт лодки с берега и т. п. В этих случаях важна не только величина кренящего момента, но и кинетическая энергия, сообщаемая судну и поглощаемая работой восстанавливающего момента. Важную роль играют высота надводного борта и угол крена, при котором возможно заливание лодки водой. Эти параметры, как и ширина, определяют остойчивость при динамическом действии внешних сил: чем выше надводный борт и чем позже вода начинает поступать в корпус, тем большая энергия кренящих сил поглощается работой восстанавливающего момента при наклонении судна.

Продольная остойчивость. Физика явлений, происходящих при продольных наклонениях судна, принципиально не отличается от поперечной остойчивости. Однако величина продольного метацентрического радиуса и продольной метацентрической высоты сравнимы с длиной судна по КВЛ, поэтому и восстанавливающий продольный момент оказывается несравнимо больше поперечного. На практике углы дифферента при перемещении нагрузки вдоль судна или при перераспределении гидродинамических сил поддержания оказываются в пределах от 2 до 10° , что в большинстве случаев не угрожает безопасности эксплуатации и может быть устранено простыми средствами (перераспределением нагрузки, устройством балластных цистерн, установкой транцевых плит и т. п.).

§ 5. Непотопляемость

Способность судна оставаться на плаву и сохранять свои мореходные качества в случае пробоины в обшивке или затопления через палубные отверстия называется непотопляемостью. Это свойство определяется в первую очередь запасом плавучести судна — его водонепроницаемым надводным объемом от КВЛ до верхней палубы. Чем выше надводный борт, тем большее количество воды может влиться внутрь корпуса, прежде чем судно затонет.

Непотопляемость небольших легких прогулочных-туристских судов обеспечить сравнительно несложно. Необходимо ограничить количество воды, заполняющей трюм, посредством устройства бортовых отсеков плавучести, второго дна, герме-

тичных отсеков в носу и корме — в местах, которые не могут быть эффективно использованы для других целей. Роль подобных отсеков могут выполнять блоки пенопласта с закрытыми порами (не впитывающего воду), воздушные ящики из металла, водонепроницаемые емкости. Отсеки и пенопласт, как и обладающие плавучестью деревянные детали конструкции корпуса и его оборудования, образуют незатапливаемый объем или аварийный запас плавучести. Его величина обычно рассчитывается так, чтобы при заполнении корпуса водой судно сохраняло надводный борт около 10 см и положительную поперечную и продольную остойчивость.

В дополнительном аварийном запасе плавучести нуждаются не только лодки, построенные из металла или стеклопластика, но и лодки деревянной конструкции, особенно с тонкой фанерной обшивкой и стационарными двигателями, имеющими большую массу. При расчете необходимого количества пенопласта учитывается объем, который занимает в воде конструкция корпуса, закрепленное к корпусу оборудование и двигатель, а также вес самого пенопласта. Важно также,

Таблица 4. Коэффициенты плотности различных материалов

Материал	Плотность, т/м ³	Коэффициент плотности К
Сталь	7,85	0,88
Алюминий	2,73	0,63
Стеклопластик	1,70	0,41
Бакелизированная фанера	1,10	0,10
Дуб	0,63	-0,56
Сосна, ель	0,56	-0,78
Авиационная фанера	0,55	-0,81
Кедр	0,33	-1,95

чтобы заполненная водой лодка поддерживала на плаву людей соответственно ее пассажироместимости. Для каждого человека требуется запас плавучести 30 кг, если в случае аварии он остается в лодке, и 8 кг, если экипаж плавает около аварийной лодки, придерживаясь за нее руками.

Рассмотрим метод приближенного расчета количества пенопласта, необходимого для поддержания на плаву моторной лодки «Суперкоатка» (см. стр. 320) в случае ее заливания волной.

1. Объем пенопласта, необходимый для поддержания корпуса с учетом того, что палуба и надстройка располагаются выше ватерлинии:

$$\omega_1 = \frac{G_k \cdot K + G_n}{\rho} \text{ м}^3,$$

где G_k — масса части корпуса, погруженной в воду, т (для «Суперкоатки» $G_k = 0,32$ т);

G_n — масса конструкции палубы и рубки, остающиеся над водой, т ($G_n = 0,10$ т);

K — коэффициент плотности материала корпуса;

ρ — удельная плавучесть пенопласта, т/м³.

Коэффициент K определяет часть веса конструкции из данного материала, которая не уравновешивается Архимедовой силой поддержания при погружении конструкции в воду (табл. 4). Отрицательные величины коэффициентов свидетельствуют о том, что материал обеспечивает дополнительную поддерживающую силу, как например, авиафанера ($K = -0,56$) которой обшит корпус «Суперкоатки».

При известной плотности пенопласта γ его удельная плавучесть $\rho = 1 - \gamma$; т/м³. Если в данном случае применить пенопласт с плотностью 0,1 т/м³, то для

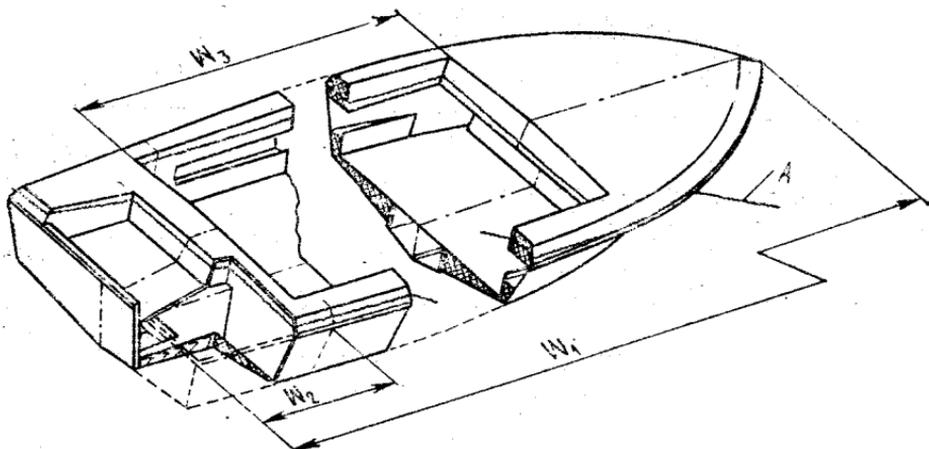


Рис. 13. Рекомендуемое расположение пенопласта в корпусе моторной лодки. А — поверхность воды — аварийная ватерлиния; w_1 — объем пенопласта, необходимый для поддержания на плаву корпуса лодки; располагается по всей длине корпуса симметрично относительно миделя; w_2 — объем пенопласта, необходимый для поддержания мотора; располагается в пределах 900 мм от транца; w_3 — объем пенопласта для поддержания людей; располагается в пределах длины кокпита.

обеспечения плавучести корпуса необходимо

$$w_1 = \frac{0,32 \cdot (-0,56) + 0,10}{0,9} = -0,089 \text{ м}^3,$$

т. е. корпус обладает плавучестью, эквивалентной 0,089 м³ пенопласта, и для этой цели устанавливать пенопласт не нужно. Если же пенопласт необходим, то его принято располагать симметрично по обоим бортам в районе мидель-шпангоута корпуса и возможно выше к палубе (рис. 13).

2. Объем пенопласта, необходимого для поддержания подвешенного мотора:

$$w_2 = \frac{G_M}{\rho} = \frac{0,053}{0,9} = 0,059 \text{ м}^3,$$

где G_M — масса погруженного в воду мотора и бензобака, т. Для расчетов обычно принимают G_M равным 55 % сухой массы мотора с баком т. е. для двух «Вихрей-30» $G_M = 0,053$ т.

Этот объем пенопласта необходимо разместить в пределах расстояния 0,75—0,90 м от транца симметрично по обоим бортам для того, чтобы в аварийном состоянии лодка не получила бы чрезмерного дифферента на корму.

3. Объем пенопласта, необходимый для поддержания людей в лодке, их багажа и снаряжения,

$$w_3 = \frac{0,5 \cdot 75 \cdot n + 0,125 \cdot G_c}{1000 \cdot \rho} \text{ м}^3,$$

где $75n$ — масса собственно пассажиров (кг) при их числе n ; G_c — масса багажа и снаряжения, равная паспортной грузоподъемности минус масса пассажиров (для «Суперкокатки» $G_c = 600 - 75 \cdot 6 = 150$ кг);

$$w_3 = \frac{0,5 \cdot 75 \cdot 6 + 0,125 \cdot 150}{1000 \cdot 0,9} = 0,271 \text{ м}^3.$$

Этот пенопласт располагается по бортам симметрично в нос и корму от середины кокпита в пределах обычного размещения пассажиров, причем запас плавучести стараются поместить возможно выше, под бортовой опалубкой.

Таким образом, общий объем пенопласта, необходимый для выполнения поставленного выше условия должен быть равен

$$\omega = \omega_1 + \omega_2 + \omega_3 = -0,089 + 0,059 + 0,271 = 0,241 \text{ м}^3.$$

Если расчет выполняется для катера со стационарным двигателем, то G_m принимается равным 75 % массы двигателя с редуктором плюс масса стартерной батареи.

В данном способе расчета на каждого человека предусматривается 37,5 кг аварийной плавучести, т. е. в случае затопления лодки пассажиры могут оставаться в кокпите. Если же требуется, чтобы лодка лишь поддерживала людей, плавающих у ее бортов, то по ГОСТ 19105—73 необходимое количество пенопласта ω_3 определяется равным 10 % грузоподъемности лодки. Для «Суперкокатки» в этом случае $\omega_3 = 0,06 \text{ м}^3$, а общее количество пенопласта $\omega = 0,03 \text{ м}^3$.

Важно распределить запас плавучести таким образом, чтобы в аварийном состоянии судно держалось на воде в положении на ровный киль и сохраняло положительную остойчивость. Иногда весь запас плавучести располагают в носовой части. При этом лодка, залитая водой, принимает почти вертикальное положение — тяжелый мотор разворачивает ее транцем вниз. Лодку в таком положении почти невозможно отбуксировать на мелкое место: мотор может зацепиться за дно и оторваться от транца; пассажирам трудно удерживаться около лодки.

Другая ошибка — весь пенопласт размещается под пайолами.

В случае заливания водой центр тяжести лодки оказывается расположенным слишком высоко и она переворачивается вверх килем. Теперь судно будет иметь устойчивое положение, вывести из которого его довольно трудно.

В качестве отправных пунктов при распределении запаса плавучести можно воспользоваться приведенными выше рекомендациями и рис. 13. Пенопласт необходимо располагать возможно выше (под палубой или планширем и достаточно широко разнести его по бортам) и в оконечности судна. Желательно, чтобы вдоль киля под пайолами оставалось свободное от пенопласта пространство по всей длине лодки. В случае аварии это пространство сразу же заполняется водой и служит своеобразной балластной цистерной, препятствующей опрокидыванию лодки при ее дальнейшем заполнении.

§ 6. Ходкость

Ходкостью называется способность судна развивать определенную скорость при заданной мощности двигателя. Ходовые качества любого судна определяются двумя основными характеристиками — сопротивлением воды движению судна и эффективностью движителя — устройства, преобразующего энергию двигателя (или ветра в случае парусного судна) в силу — упор, движущую судно вперед. При установленном движении судна — с постоянной скоростью — сила сопротивления равна упору; если же упор движителя становится меньше, соответственно снижается и скорость хода судна.

В современной гидромеханике силу сопротивления воды движению судна считают состоящей из трех условно независимых составляющих: сопротивления трения, сопротивления формы и волнового сопротивления. Полное сопротивление рассчитывается по формуле:

$$R = (\zeta_{\text{тр}} + \zeta_{\text{ф}} + \zeta_{\text{в}}) \cdot 0,5\rho \cdot v^2 \cdot \Omega \text{ кгс},$$

где $\zeta_{\text{тр}}$, $\zeta_{\text{ф}}$ и $\zeta_{\text{в}}$ — соответственно коэффициенты сопротивления трения, формы и волнового; v — скорость движения судна, м/с; ρ — массовая плотность воды, равная плотности воды, деленной на ускорение силы тяжести. Для пресной воды $\rho = 102 \text{ кг} \cdot \text{с}^2/\text{м}^4$; Ω — смоченная поверхность корпуса, м^2 .

Познакомимся коротко с составляющими сопротивления воды и основными факторами, от которых они зависят.

Сопротивление трения. Эта составляющая обусловлена действием сил вязкости воды, обтекающей корпус судна. При движении судна частицы воды, непосредственно соприкасающиеся с обшивкой корпуса, как бы прилипают к ней и во-

влекаются в движение вместе с судном. По мере удаления от обшивки скорость движения частиц уменьшается и на некотором расстоянии становится равной нулю. Этот сравнительно тонкий слой воды, в котором происходит изменение скорости потока, обтекающего корпус, от нуля до скорости судна v , называется пограничным слоем. Его толщина составляет 1—2% длины судна по ватерлинии и постепенно увеличивается в кормовой части. В пределах пограничного слоя и происходят явления, обусловленные вязкостью воды и появлением сопротивления трения.

Исследованиями установлено, что величина сопротивления трения зависит от характера движения частиц воды в пограничном слое, который изменяется в зависимости от длины смоченной поверхности и скорости судна. Характеристикой режима движения частиц является число Рейнольдса:

$$Re = \frac{v \cdot L}{\nu},$$

где ν — коэффициент кинематической вязкости воды (для пресной воды $\nu = 1,15 \cdot 10^{-6}$ м²/с); L — длина смоченной поверхности, м; v — скорость судна, м/с.

При относительно невысоком числе Re частицы воды в пограничном слое движутся слоями, или, говоря языком гидромеханики, поток здесь ламинарный. Силы трения обусловлены касательными напряжениями между отдельными слоями и зависят от перепада скоростей в направлении поперек потока. Наибольший перепад скоростей оказывается непосредственно около поверхности корпуса: соответственно и силы трения здесь имеют наибольшую величину. По мере удаления от обшивки силы трения убывают.

Ламинарный характер обтекания возможен только при сравнительно невысокой скорости и только на небольшом участке корпуса близ форштевня. При скорости, например, 2 м/с уже на расстоянии 2 м от штевня число Рейнольдса достигает критической величины, при которой режим потока в пограничном слое становится турбулентным — вода начинает двигаться не слоями, а совершая вихревые движения, направленные поперек пограничного слоя. Возникает обмен кинетической энергией между слоями, вследствие чего скорость частиц воды вблизи поверхности корпуса возрастает в большей степени, чем при ламинарном потоке, возрастают перепад скоростей между слоями и соответственно — силы сопротивления трения. Из-за поперечных перемещений частиц воды увеличивается толщина пограничного слоя. Все это обуславливает повышение расхода энергии, требующейся на преодоление сил трения.

Критическая величина Re , при которой происходит турбулентное обтекание корпуса, находится в пределах $5 \cdot 10^5$ — $6 \cdot 10^6$ и в значительной степени зависит от формы и гладкости поверхности корпуса. При повышении скорости точка перехода ламинарного пограничного слоя в турбулентный перемещается в сторону носа и при достаточно высокой скорости вся смоченная поверхность корпуса может быть охвачена турбулентным потоком.

Таким образом, коэффициент трения $\zeta_{тр}$ — величина переменная, зависящая от характера потока в пограничном слое, смоченной длины корпуса, скорости судна и шероховатости наружной обшивки. С повышением скорости коэффициент трения уменьшается (рис. 14), а при данной шероховатости L/k (k — средняя высота неровностей на днище лодки) и достаточно высоком числе Re становится величиной постоянной. Заметим, что чем выше скорость, тем более гладкой должна быть поверхность корпуса. В турбулентном пограничном слое в непосредственной близости от обшивки сохраняется ламинарная пленка. Если бугорки на поверхности обшивки оказываются полностью погруженными в ламинарную пленку, то они не вносят существенных изменений в характер движения частиц воды в этом подслое. Если же неровности превышают толщину пленки и выступают над ней, то происходит турбулизация потока ко всей толщине пограничного слоя и коэффициент трения соответственно возрастает.

Для того чтобы оценить фактическую шероховатость (k , мм) поверхности обшивки, приведем значения ее для некоторых способов обработки:

- тщательно лакированная и шлифованная деревянная поверхность — 0,003;
- деревянная окрашенная и шлифованная — $0,02 \div 0,03$;
- окрашенная патентованным покрытием — $0,04 \div 0,06$;

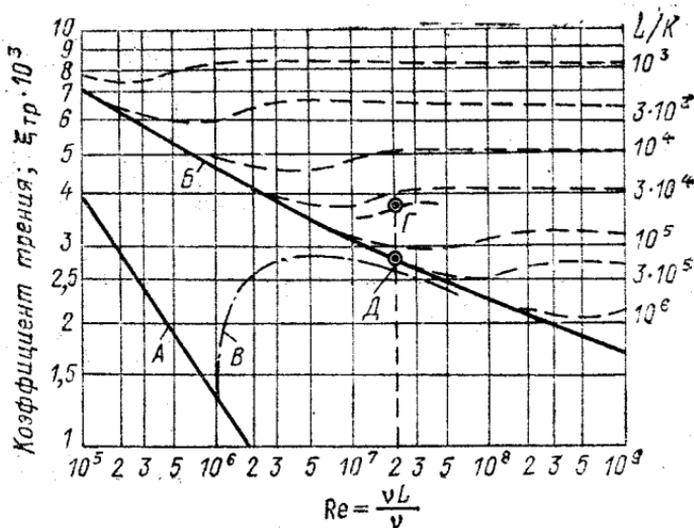


Рис. 14. Коэффициент сопротивления трения технически гладкой и шероховатой пластин.

А — при ламинарном обтекании пластин; Б — при турбулентном обтекании; Б' — при переходном режиме обтекания; Г — при шероховатости $L/k = 5 \cdot 10^4$; Д — при шероховатости $L/k = 2 \cdot 10^5$.

- деревянная окрашенная свинцовым суриком — 0,15;
- обычная доска — 0,5;
- обросшее ракушками днище — до 4,0.

В особенно тщательной отделке нуждаются носовая оконечность судна, все входящие кромки киля, плавника (на яхтах) и руля, так как здесь может сохраняться ламинарный пограничный подслои и можно рассчитывать на снижение сопротивления трения. В кормовой части корпуса, где толщина пограничного слоя увеличивается, а его режим становится полностью турбулентным, требования к отделке поверхности могут быть снижены.

Особенно сильно сказывается на повышении сопротивления трения обрастание днища водорослями и ракушками. Если периодически не очищать днища малых судов, постоянно находящихся в воде, то через два-три месяца сопротивление трения может повыситься на 50—80 %, что равносильно потере скорости судна на 25—40 %.

Пользуясь рис. 14, можно рассчитать сопротивление трения катера, которое он испытывает при определенной скорости. Например, сделаем это для катера «Юлень» при скорости 15 км/ч — $v = 4,17$ м/с. При длине по ватерлинии $L = 5,26$ м соответствующее число Рейнольдса составит

$$Re = \frac{4,17 \cdot 5,26}{1,15 \cdot 10^{-6}} = 1,9 \cdot 10^7.$$

При шероховатости корпуса $k = 0,15$ мм ($L/k = 3,5 \cdot 10^4$) коэффициент трения будет равен $\zeta_{тр} = 3,7 \cdot 10^{-3}$.

Смоченную поверхность подобного круглоскулого корпуса (см. рис. 5) можно приближенно определить по формуле Гроота

$$\Omega = 2,75 \sqrt{DL} \text{ м}^2.$$

При $D = 1,2$ м³ и $L = 5,26$ м $\Omega = 6,9$ м².

Следовательно, сопротивление трения составит:

$$R_{тр} = 0,5 \zeta_{тр} \cdot \rho \cdot v^2 \cdot \Omega = 0,5 \cdot 3,7 \cdot 10^{-3} \cdot 102 \cdot 17,4 \cdot 6,9 = 22,6 \text{ кгс}$$

Заметим, что на скорости 15 км/ч на преодоление этой составляющей сопротивления воды потребуется около 2,5 л. с. мощности двигателя при условии, что гребной винт имеет оптимальные параметры.

Более точно смоченную поверхность корпуса определяют по теоретическому чертежу. Для этого измеряют длину обвода погруженной части каждого теоретического шпангоута и пользуясь правилом трапеций (см. стр. 19) вычисляют площадь подводной поверхности корпуса. Для глиссирующих катеров и лодок необходимо учитывать изменение смоченной поверхности на ходу, так как на режиме глиссирования корпус имеет контакт с водой только кормовой частью днища.

Сопротивление формы. Даже за хорошо обтекаемым корпусом на ходу можно обнаружить кильватерный след — спутную струю, в которой вода совершает вихревые движения. Это следствие отрыва от корпуса пограничного слоя. Положение точки отрыва пограничного слоя зависит от характера изменения кривизны поверхности по длине корпуса. Чем плавнее обводы кормовой оконечности, тем дальше в корму происходит отрыв пограничного слоя, тем меньше вихреобразование — сопротивление формы.

При нормальных соотношениях длины корпуса к ширине сопротивление формы невелико. Его повышение может быть обусловлено наличием острых скел, сломов обводов в подводной части корпуса, неправильно профилированными килем, рулями и другими выступающими частями. Сопротивление формы зависит и от режима обтекания в пограничном слое — чем на большей длине он ламинарный, тем меньше сопротивление формы. Поэтому важно устранить на обшивке возможные причины турбулизации потока: наплывы краски, выступающие головки крепежа, уменьшить общую шероховатость и т. п.

В расчетах ходкости сопротивление формы чаще всего не выделяется, а относится к волновому сопротивлению; сумма этих составляющих часто называется остаточным сопротивлением.

Волновое сопротивление. С повышением скорости все большую роль начинают играть затраты мощности на создание системы волн, образующихся у корпуса движущегося судна. Причина возникновения этих волн легко объяснима: в прилегающих к движущемуся корпусу слоях воды происходят изменения давления, свободная поверхность жидкости под действием этих сил давления деформируется — поднимается в зонах с повышенным давлением и опускается там, где оно оказывается ниже статического (давление атмосферы плюс столб воды до рассматриваемой точки).

Первой областью повышенного давления является зона, прилегающая к форштевню (рис. 15). Здесь образуется гребень носовой волны — буруна. Под углом к направлению движения от форштевня расходятся волны, так и называемые расходящимися. На более высоких скоростях вдоль бортов становятся различны поперечные волны; первый гребень их обычно расположен у самого форштевня. По мере удаления от форштевня корпус судна становится шире; частицы воды в силу этого ускоряют свой бег, соответственно давление в слоях воды близ корпуса падает. Это местное падение давления проявляется в виде впадины — подошвы волны, образующейся за наиболее широким сечением корпуса. Она дает начало кормовой поперечной волне.

За кормой можно также заметить вторую — кормовую — систему расходящихся волн. Мощность двигателя, затрачиваемая на создание и поддержание волн у корпуса судна, и определяет его волновое сопротивление.

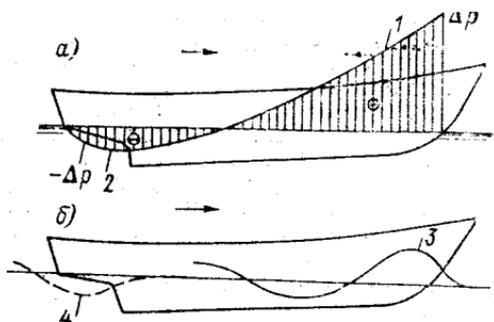


Рис. 15. Образование волн у корпуса судна: а — распределение избыточного давления Δp у корпуса при движении; б — изменение уровня воды у корпуса.

1 — избыточное давление близ форштевня; 2 — пониженное давление в кормовой оконечности; 3 — гребень носовой волны; 4 — подошва кормовой волны.

Судоостроители в расчетах ходкости судов часто используют не абсолютную, а относительную скорость судна, называемую числом Фруда:

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{gL}}$$

Здесь v — скорость судна, м/с; $g = 9,81$ м/с² — ускорение силы тяжести; L — длина корпуса по ватерлинии, м.

Ниже мы увидим, что выбор этого выражения не случаен: в него входят те же величины, которые определяют длину волны при колебаниях поверхности воды. И каждому значению числа Фруда соответствует определенный и всегда постоянный характер волнообразования, обусловленный длиной волны.

Именно волны (и в первую очередь — волны поперечные) на определенных скоростях обуславливают мощность, которую должен развить двигатель, чтобы судно достигло данной скорости. При относительной скорости $Fr = 0,5$ волновое сопротивление составляет 60—65 % полного сопротивления воды движению судна. Понятно поэтому, что конструктор при разработке проекта любого водоизмещающего судна должен уделить особое внимание снижению волнового сопротивления — придать корпусу форму (обводы) и размерения, оптимальные для заданной относительной скорости.

Количество энергии, поглощаемой каждой поперечной волной, пропорционально длине волны λ и квадрату ее высоты. Между длиной волны и скоростью ее распространения v существует зависимость

$$\lambda = \frac{2 \cdot \pi \cdot v^2}{g} \text{ м,}$$

где $\pi = 3,14$, а остальные величины те же, что и в выражении числа Фруда.

Очевидно, что волны, создаваемые корпусом, движутся с той же скоростью, что и сам катер. Воспользовавшись приведенной зависимостью, можно вычислить длину волны для любой скорости лодки:

Скорость судна:

м/с	2	4	6	8	10
км/ч	7,2	14,4	21,6	28,8	36
Длина волны, м:	2,6	10,2	23	41	64

Заметим, что длина волны не зависит от размерений судна. Когда, скажем, 300-метровый лайнер и 6-метровая лодка идут с одинаковой скоростью 14 км/ч, около их корпусов возникает поперечная волна одинаковой длины — 9,66 м. (Иное дело высота волны — она зависит от водоизмещения судна и около лайнера будет, конечно, много выше.) Зато существенная разница есть в другом. Если на длине лайнера укладываются 30 волн, то второй гребень носовой поперечной волны от 6-метровой лодки окажется уже почти в 4 м за ее кормой. Другими словами, такая лодка на скорости 14 км/ч будет подобна экипажу, пытающемуся въехать на холм, который отодвигается от него с той же скоростью. Лодка приобретает сильный дифферент на корму и обтекаться водой будет уже совсем не по тем плавным ватерлиниям, которые изображал конструктор. Потребуется намного увеличить мощность, подводимую к гребному винту, и придать кормовой части лодки полные и плоскодонные обводы, чтобы гидродинамические силы приподняли корму и катер смог «въехать» на гребень, перейти в режим глиссирования.

Холм, или как его называют судоостроители — горб, хорошо заметен на графике зависимости коэффициента волнового сопротивления от числа Фруда (рис. 16). Для большинства судов независимо от их размерений максимум волнового сопротивления приходится на $Fr = 0,48 \div 0,52$.

Приведенные на рис. 16 графики свидетельствуют о значительном влиянии, которое оказывает и другой параметр — а именно — относительное водоизмещение судна $D/(0,1L)^3$ на величину коэффициента ξ_v . Очевидно, чем больше водоизмещение судна, тем большие массы воды оно вовлекает в движение, тем больше высота волн, образующихся у корпуса. В литературе можно

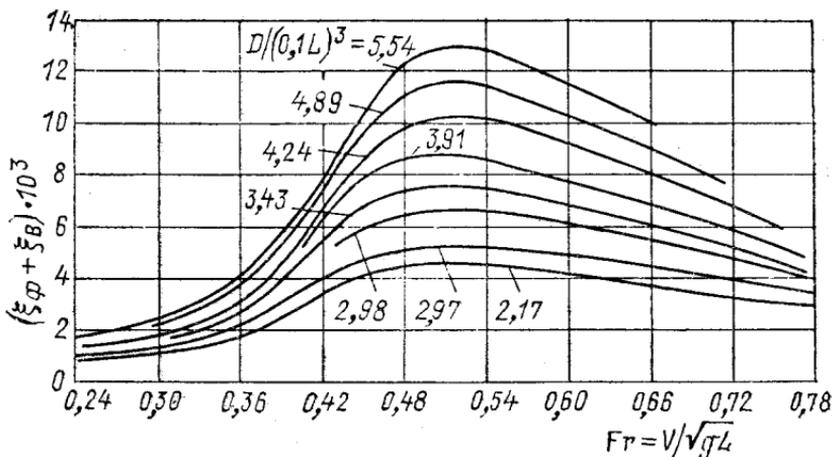


Рис. 16. Коэффициент остаточного сопротивления $(\zeta_{\phi} + \zeta_{в})$ для круглоскулых катеров серии Нордстрема.

Характерные коэффициенты и соотношения: $\delta = 0,373 \div 0,41$; $\alpha = 0,725 \div 0,761$; $\varphi = 0,576 \div 0,599$; $L/B = 4,83 \div 6,94$; $B/T = 3,16 \div 3,57$; $D/0,1L^3 = 2,17 \div 5,54$.

встретить несколько видоизмененный параметр $l = \frac{L}{D^{1/3}}$ — относительную

длину корпуса, но в обоих случаях физический смысл этих величин одинаков: чем на большей длине распределяется водоизмещающий объем корпуса, тем меньше его волновое сопротивление.

Поскольку волновое сопротивление имеет своей природой перераспределение давлений у корпуса судна, приведенного в движение, то оно должно зависеть и от формы — обводов корпуса. Например, от соотношения длины к ширине L/B (чем относительно уже корпус, тем меньше его волновое сопротивление); от остроты ватерлиний в носу и крутизне подъема батоксов вверх в корме (чем острее вход ватерлиний и плавнее выход батоксов, тем меньше сопротивление); от распределения погруженного объема корпуса по его длине — формы строевой по шпангоутам и коэффициента ϕ и т. п. Поэтому точно определить коэффициент $\zeta_{в}$ для того или иного катера можно только в результате буксировки его масштабной модели в опытовом бассейне или же замером сопротивления уже построенного катера, имеющего аналогичные обводы и основные безразмерные параметры, включая $D(0,1L)^3$, δ и ϕ . Располагая графиком зависимости $\zeta_{в}$ от скорости (числа Fr) для близкого по характеру обводов судна, можно выполнить расчет кривой сопротивления воды для интересующего катера.

Приблизительно полное сопротивление катеров, эксплуатирующихся в диапазоне относительных скоростей $Fr = 0 \div 1,0$ можно оценить при помощи диаграммы, разработанной чешским инженером М. Хубертом по результатам обобщения данных ряда модельных испытаний (рис. 17). На диаграмме нанесены зависимости удельного сопротивления воды R/D (в тоннах на тонну водоизмещения катера), от числа Фруда при различном отношении L/B . Диаграммы применимы для катеров длиной до 10 м, центр тяжести которых расположен на расстоянии $0,47L$ от транца; обводы могут быть круглоскулыми или с острой скулой, но рассчитанные на переходный режим движения, т. е. имеющие подъем днища к ватерлинии у транца.

Определим, например, полное сопротивление того же катера «Тюлень» для скорости 15 км/ч (4,17 м/с). Соответствующее число Фруда $Fr = \frac{4,17}{\sqrt{9,81 \cdot 5,26}} = 0,58$; $L/B = 5,62 : 1,66 = 3,4$. По диаграмме рис. 17 находим для этих значений L/B и Fr полное удельное сопротивление $R/D = 0,105$. Умножив его на водоизмещение $D = 1,2$ т, получим $R = 122$ кгс. При общем пропульсивном КПД

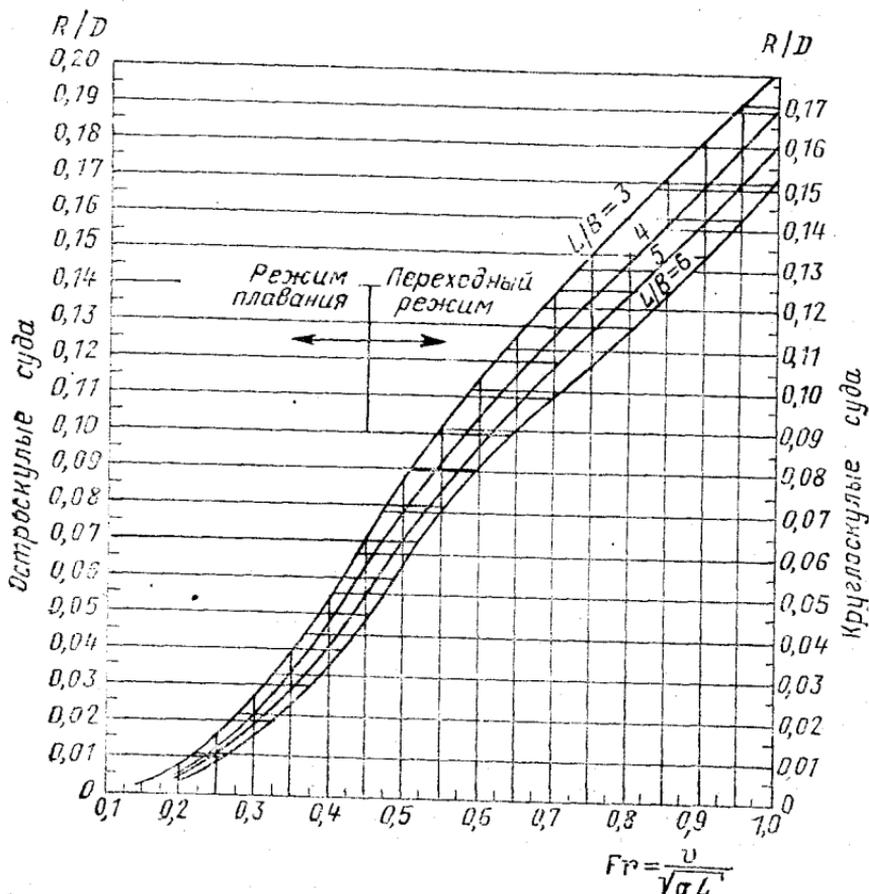


Рис. 17. Удельное сопротивление воды движению катеров в водонезаменяющем и переходном к глиссированию режиме движения.

$\eta = 0,5$ для преодоления этого сопротивления на скорости 15 км/ч требуется мощность двигателя

$$N = \frac{R \cdot v}{75 \cdot \eta} = \frac{122 \cdot 4,17}{75 \cdot 0,5} = 13,5 \text{ л. с.}$$

Таким образом, если сопротивление трения поглощает 2,5 л. с., то на долю волнового приходится около 80 % всей потребной мощности — таково характерное соотношение этих составляющих для скорости в районе «горба» на кривой сопротивления.

При проектировании катеров кроме рассмотренных трех составляющих полного сопротивления воды учитывают также воздушное сопротивление (которое составляет в зависимости от площади поперечного сечения надводной части судна, «обтекаемости» надстроек и скорости хода от 4 до 8 % сопротивления корпуса) и сопротивление подводных выступающих частей — таких, как рули, кронштейны гребных валов, сами валы и т. п. Зная размеры и форму выступающих частей, можно определить их сопротивление для данной скорости, воспользовавшись коэффициентами, которые получены в результате продувок в аэродинамической трубе тел с аналогичным сечением. При правильном проектировании сопротивление выступающих частей составляет 5—7 % сопротивления корпуса. Важно еще, чтобы кронштейны и рули не вносили помех в работу гребного винта, что может существенно снизить пропульсивный КПД.

Глиссирование. На приведенных на рис. 16 графиках видно, что достигнув «горба» при $Fg = 0,5$ кривая коэффициента волнового сопротивления опускается вниз. Заметим, что эти графики построены по результатам испытаний легких катеров, имеющих широкое и плоское днище в кормовой части. Поэтому получив на скорости $Fg = 0,5 \div 0,8$ дифферент на корму, кормовая часть днища продолжает движение подобно пластине, расположенной под углом атаки α к набегающему потоку (рис. 18). На днище появляется гидродинамическая сила, направленная вверх и уравновешивающая часть массы катера. Благодаря этому катер всплывает, его водоизмещение и смоченная поверхность уменьшаются, соответственно снижается и сопротивление воды движению. При благоприятных условиях судно на скорости $Fg > 1,5$ переходит в режим чистого глиссирования — скольжения по поверхности воды, когда оно полностью поддерживается гидродинамической подъемной силой.

Вода, ударяясь о днище (для наглядности на рис. 18 оно заменено плоской пластиной), разделяется на два потока. Основной поток перемещается к кормовому срезу днища, другой — в виде тонкой брызговой пелены выбрасывается вперед. В точке C , где поток раздваивается, вся энергия набегающего потока превращается в гидродинамическое давление p , пропорциональное квадрату скорости катера и массовой плотности воды ρ , т. е.

$$p = 0,5 \cdot \rho \cdot v^2 \text{ кг/м}^2.$$

В точке C давление максимальное, затем оно постепенно уменьшается и на кормовом крае пластины — за транцем лодки становится равным атмосферному. Соответственно изменяется и скорость потока, обтекающего днище: в точке C она равна 0, а у кормового края — максимальна. Суммируя давление по всей площади днища, можно получить значение гидродинамической подъемной силы Y .

Распределение давления вдоль днища зависит от угла атаки α и от продольного профиля днища. При увеличении угла атаки точка прилегания равнодействующей сил давления смещается ближе к транцу, также как и при вогнутом продольном профиле днища.

В поперечном направлении гидродинамическое давление изменяется мало, резко падая на боковых кромках — скулах днища — до атмосферного. Это вызывает образование поперечного потока воды, который вырывается из-под скул в виде характерных «усов». Наибольшей интенсивности «усы» достигают в месте действия повышенных давлений — на границе поверхности воды и днища катера.

За кормой глиссирующего катера появляется волновая впадина, имеющая по бокам хорошо заметные стенки-валики, которые смыкаются далеко за транцем. В этом месте образуется характерный подъем воды в виде «петуха», за которым

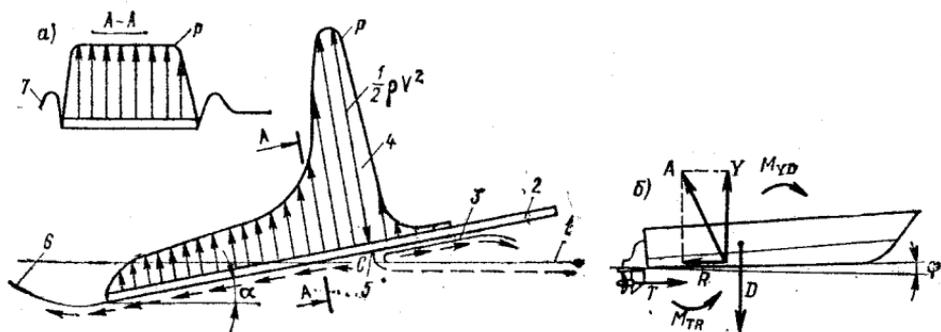


Рис. 18. Схема действия гидродинамического давления на глиссирующую пластину (а) и силы на днище глиссирующего катера (б).

1 — поверхность воды; 2 — пластина; 3 — брызговая струя, отбрасываемая по ходу; 4 — эпюра гидродинамического давления; 5 — точка C , в которой скорость потока равна 0, а давление имеет максимальную величину $p = 0,5 \rho \cdot v^2$; 6 — волновая впадина; 7 — волновые стенки — валики впадины.

идет группа расходящихся и поперечных волн. При достаточно высокой скорости волновая система, которая создается скользющим по воде катером, становится незаметной и волновое сопротивление близко к нулю. Сопротивление воды R складывается в основном из сопротивления трения и сопротивления брызгообразования.

Эффект глиссирования оценивается величиной гидродинамического качества $k = D/R$ или же обратной величиной — коэффициентом глиссирования $\epsilon = R/D$ (здесь D — водоизмещение судна, R — сила сопротивления движению). Чем ниже коэффициент глиссирования, тем меньшая мощность требуется для того, чтобы вывести на глиссирование судно данной массы. Для большинства малых катеров и мотолодок $\epsilon = 0,18 \div 0,25$.

Таким образом, нижний предел скорости для выхода судна на режим глиссирования зависит от полной массы судна, включая пассажиров, оборудование, запас горючего и мотор. Ориентировочно его можно определить по формуле

$$V = 34 \sqrt[6]{D} \text{ км/ч.}$$

Например, при $D = 0,5 \text{ т}$ $V = 34 \sqrt[6]{0,5} = 34 \cdot 0,9 = 30,6 \text{ км/ч}$.

Естественно, чтобы развить такую скорость, на лодке нужно установить двигатель соответствующей мощности. Для приблизительной оценки можно считать, что лодка выйдет на глиссирование только в случае, если на каждый кВт расходуемой мощности двигателя будет приходиться не более 34 кг полной массы судна (25 кг/л. с.).

Помимо массы, на величину сопротивления движению глиссирующего судна существенное влияние оказывают угол атаки и зависящая от него длина, а также ширина смоченного участка днища и отстояние центра тяжести от транца катера.

На рис. 18,6 представлена упрощенная схема сил и моментов, действующих на глиссирующее судно на ходу. Равновесие определяется величиной и взаимным расположением четырех основных сил: массы судна D , силы поддержания Y , тяги гребного винта T , сопротивления воды движению судна R . Силы D и Y создают момент M_{YD} , дифференцирующий судно на нос. Этот момент при установившемся движении уравнивается равным по величине и противоположным по направлению моментом M_{TR} сил T и R , а подъемная сила Y равна массе судна D . При повышении скорости соответственно повышается и гидродинамическое давление на днище, следовательно, растет и подъемная сила Y . Баланс сил и моментов нарушается, возрастает угол атаки и уменьшается смоченная длина; точка приложения силы Y смещается в корму. Под действием силы D , которая оказывается расположенной впереди Y , нос затем опускается, длина смоченной поверхности вновь увеличивается и т. д. — катер дельфинирует. В этом случае судно не развивает скорости, которую позволяет достичь мощность его двигателя. Дельфинирование обусловлено чаще всего неудачным (не соответствующим скорости катера) выбором соотношений нагрузки и ширины глиссирующего участка днища, расположением центра тяжести от транца, чрезмерным сужением днища в корме или наличием выпуклости днища в продольном направлении (что приводит к падению давления близ транца).

На прогулочно-туристских судах центр тяжести обычно располагается в пределах 0,30—0,40 длины корпуса по скуле от транца.

Сопротивление воды движению глиссирующего судна в большой степени зависит от величины ходового дифферента — угла атаки, с увеличением которого растет сопротивление давления. Опыт показывает, что существует оптимальный угол атаки, при котором сумма сопротивления трения (оно уменьшается за счет сокращения смоченной длины при увеличении дифферента) и давления оказывается минимальной.

На практике глиссирующие катера идут с оптимальным дифферентом далеко не на всем диапазоне скоростей. Излишний дифферент наблюдается обычно в районе «горба» на кривой сопротивления, что соответствует выходу катера на глиссирование. На полном ходу, наоборот, дифферент часто оказывается меньше оптимального,

В зависимости от соотношения смоченной длины, ширины и килеватости днища оптимальный угол атаки колеблется в пределах от 2 до 7°. Чем шире и короче глиссирующий участок днища и меньше его килеватость, тем меньше оптимальный угол атаки. В среднем величина угла атаки составляет:

— для реданных и трехточечных высокоскоростных глиссеров и катамаранов — $2,5 \div 3^\circ$;

— для катеров с умеренной килеватостью днища (до 15°) — $3 \div 4^\circ$;

— для катамаранов и катеров с обводами «глубокое V» — $5 \div 7^\circ$.

Если после постройки катера или мотолодки выяснится, что судно имеет чрезмерный ходовой дифферент, не следует падать духом, а использовать известные средства для его уменьшения: транцевые плиты, клиновые наделки на днище, интерцепторы, перераспределение весов, регулировку угла наклона гребного вала. Эти же средства в большинстве случаев помогают избавиться и от дельфинирования.

§ 7. Движители

Движителями называются устройства, преобразующие энергию двигателя (а также, энергию ветра, волн либо другого источника) в силу, движущую судно. Наибольшее распространение на малых судах получили гребные винты и водометные движители. Оба этих движителя относятся к реактивным, которые создают упор, толкающий судно вперед, благодаря реакции массы воды, отбрасываемой движителем в сторону кормы. Чем большая масса воды отбрасывается назад и чем большую скорость приобретает эта масса, проходя движитель, тем большая достигается величина упора.

Очевидно, что на приведение масс воды в движение должна затрачиваться определенная мощность двигателя N_3 , которую в общем случае можно выразить в виде зависимости от крутящего момента двигателя M (кгс·м) и частоты его вращения n (об/с):

$$N_3 = 2\pi \cdot n \cdot M \text{ кгс} \cdot \text{м/с.}$$

На движение судна вперед используется только часть этой мощности, равная произведению сопротивления воды движению корпуса R (кгс) на скорость движения v (м/с):

$$N_H = R \cdot v \text{ кгс} \cdot \text{м/с.}$$

Отношение полезной используемой мощности к затрачиваемой мощности двигателя является коэффициентом полезного действия η гребного винта (в дальнейшем речь пойдет преимущественно о гребном винте):

$$\eta = \frac{R \cdot v}{2\pi \cdot n \cdot M}.$$

Как правило, гребные винты располагаются за кормой судна и оказываются в зоне влияния потока воды, обтекающего корпус, и в свою очередь оказывают влияние на обтекание корпуса водой. Эти факторы оказывают существенное влияние на величину КПД движителя и выбор элементов винта, поэтому стоит остановиться на них несколько подробнее.

При движении корпус увлекает за собой воду, создавая попутный поток — следствие действия сил вязкости и пограничного слоя, о которых шла речь в предыдущем параграфе. Поэтому действительная скорость встречи винта с водой v_a оказывается всегда несколько меньше, чем фактическая скорость судна v . У быстрходных глиссирующих мотолодок эта разница невелика — всего 2—5%, так как их корпус скользит по воде и почти не «тянет» ее за собой. У катеров, идущих со средней скоростью хода, эта разница составляет 5—8%, а у тихоходных водоизмещающих глубокоосидающих катеров достигает 15—20%.

При расчетах винтов влияние корпуса учитывают коэффициентом попутного потока ω :

$$v_a = v(1 - \omega) \text{ м/с.}$$

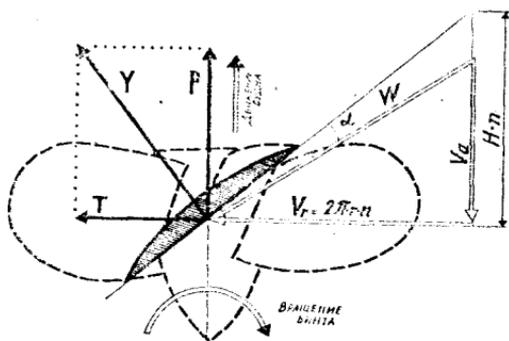


Рис. 19. Схема сил и скоростей на лопасти гребного винта (правого вращения).

При работе гребного винта его лопасти захватывают и отбрасывают в корму значительные массы воды, вследствие чего скорость потока, обтекающего кормовую часть корпуса, повышается, а давление падает. Этому сопутствует явление засасывания, т. е. появляется дополнительная сила сопротивления воды движению судна по сравнению с тем, которое оно испытывает при буксировке. Следовательно, винт должен развить упор, превышающий сопротивление корпуса на некоторую величину

$$P_e = \frac{R}{1-t} \text{ кгс.}$$

Здесь t — коэффициент засасывания, величина которого зависит от скорости движения судна и обводов корпуса в районе расположения винта. На глиссирующих катерах и мотолодках, на которых винт расположен под сравнительно плоским днищем и не имеет перед собой ахтерштевня, при скоростях свыше 30 км/ч $t = 0,02 \div 0,03$. На тихоходных (10—25 км/ч) лодках и катерах, на которых винт установлен за ахтерштевнем, $t = 0,06 \div 0,15$.

Таким образом, полезная мощность с учетом взаимовлияния корпуса и винта равна

$$N_{\text{п}} = P_e \cdot (1-t) \cdot \frac{v_a}{1-w} \text{ кгс} \cdot \text{м/с,}$$

а общий пропульсивный КПД комплекса судно — двигатель — гребной винт вычисляется по формуле:

$$\eta = \frac{N_{\text{п}}}{N_3} = \frac{P_e \cdot v_a}{2\pi \cdot n \cdot M} \cdot \frac{1-t}{1-w} \cdot \eta_{\text{м}} = \eta_{\text{р}} \cdot \eta_{\text{к}} \cdot \eta_{\text{м}}.$$

Здесь $\eta_{\text{р}}$ — КПД винта; $\eta_{\text{к}}$ — коэффициент влияния корпуса; $\eta_{\text{м}}$ — КПД валопровода и реверс-редукторной передачи.

Максимальная величина КПД гребного винта может достигать 70—80 %, однако на практике довольно трудно выбрать оптимальные величины основных параметров, от которых зависит КПД: диаметр и частоту вращения. Поэтому на малых судах КПД реальных винтов может оказаться много ниже, составляя всего 45 %. Коэффициент влияния корпуса $\eta_{\text{к}}$ нередко оказывается больше единицы (1,1—1,15), а потери в валопроводе оцениваются величиной $\eta_{\text{м}} = 0,9 \div 0,95$.

Гребной винт состоит из ступицы и нескольких лопастей (на малых судах их число редко превышает 3). Чтобы понять физику образования упора на гребном винте, обратимся к рис. 19, на котором изображено поперечное сечение одной из лопастей. При вращении винта на поверхностях его лопастей, обращенных вперед — в сторону движения судна (засасывающих), создается разрежение, а на обращенных назад (нагнетающих) — повышенное давление воды. В результате разности давлений на лопастях возникает сила Y (ее называют подъемной). Разложив силу на составляющие — одну, направленную в сторону движения судна, а вторую перпендикулярно к нему, получим силу P , создающую упор гребного винта, и силу T , образующую крутящий момент, который преодолевается двигателем.

Упор в большой степени зависит от угла атаки α профиля сечения лопасти к направлению натекающего на него потока воды W . Если α больше оптимальной величины, то мощность двигателя непроизводительно затрачивается на преодоление большого крутящего момента (сила T будет велика); если же угол атаки мал, подъемная сила Y и, следовательно, упор P будут невелики, мощность двигателя окажется недоиспользованной.

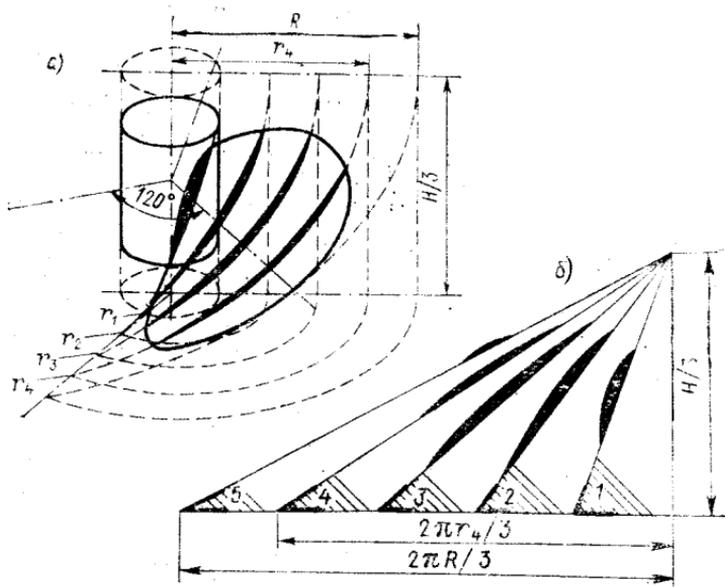


Рис. 20. Винтовая поверхность лопасти (а) и шаговые угольники (б), используемые для проверки и изготовления гребных винтов.

Вектор скорости набегающего на лопасть потока W образован геометрическим сложением векторов скорости поступательного перемещения v_a винта вместе с судном (с учетом попутного потока) и скорости вращения сечения лопасти v_r в плоскости, перпендикулярной оси винта. Последняя зависит от радиуса r , на котором сечение расположено ($v_r = 2\pi \cdot r \cdot n$ м/с, где n — частота вращения винта, об/с).

Скорость поступательного движения винта v_a остается постоянной для любого сечения лопасти. Таким образом, чем больше r , т. е. чем ближе расположен рассматриваемый участок к концу лопасти, тем больше окружная скорость v_r . Следовательно, растет и суммарная скорость W , а ее вектор приближается к плоскости вращения винта.

Так как сторона v_a в треугольнике рассматриваемых скоростей остается постоянной, то по мере удаления сечения лопасти от центра необходимо разворачивать лопасти под большим углом к оси винта, чтобы угол атаки α сохранял оптимальную величину (оставался одинаковым) для всех сечений по длине лопасти. Таким образом получается винтовая поверхность с постоянным шагом H . Напомним, что шаг H винта называется перемещением любой точки лопасти вдоль оси за один полный оборот винта.

Представить сложную винтовую поверхность лопасти помогает рис. 20. Лопасть при работе винта как бы скользит по направляющим угольникам, имеющим на каждом радиусе разную длину основания, но одинаковую высоту — шаг H , и поднимается под большим углом к оси винта, по величине H . Произведение же шага на частоту вращения ($H \cdot n$) представляет собой теоретическую скорость перемещения винта вдоль оси.

Эта скорость всегда оказывается больше фактической скорости движения судна относительно воды (с учетом рассмотренного выше влияния попутного потока). Разность скоростей $H \cdot n - v_a$ называется скольжением винта, а ее величина, отнесенная к теоретической скорости и выраженная в процентах, является относительным скольжением, которое часто используется для оценки эффективности гребного винта на том или ином судне:

$$s = \frac{H \cdot n}{H \cdot n - v_a} = 1 - \frac{v_a}{H \cdot n} \%.$$

Максимальной величины (100 %) скольжение достигает при работе винта на судне, пришвартованном к берегу. Наименьшее скольжение (8—15 %) имеют винты легких гоночных мотолодок на полном ходу; у винтов глиссирующих прогулочных мотолодок и катеров скольжение достигает 15—25 %, у тяжелых водоизмещающих катеров 20—40 %, а у парусных яхт, имеющих вспомогательный двигатель, 50—70 %.

Максимальной эффективности гребной винт достигает при относительном скольжении 10—30 %. При увеличении скольжения КПД быстро падает; при работе винта в швартовном режиме КПД становится равным нулю. Подобным же образом КПД уменьшается в случае, когда винт имеет малый шаг и работает на повышенных оборотах, практически не создавая упора. Впрочем, прямой зависимости КПД гребного винта от величины скольжения нет.

В расчетах винтов пользуются еще такой величиной, как поступь винта — путь h в осевом направлении, действительно проходимый винтом за один оборот в воде: $h = v_a/n$. Чаше всего эту величину относят к диаметру винта, получая относительную поступь

$$\lambda = v_a/n \cdot D.$$

Чем больше скольжение, тем больше упор движителя, но меньше поступь.

Диаметр винта D является его основным размером, который прямо пропорционален мощности двигателя и обратно пропорционален частоте вращения гребного вала. Для грубой предварительной прикидки диаметра по известным мощности N , подводимой к винту (с учетом потерь в валопроводе и редукторе), л. с., частоте вращения винта n об/с и скорости встречи винта с водой v_a м/с, определенной с учетом коэффициента попутного потока ω , можно воспользоваться формулой

$$D = \frac{4}{\sqrt{n}} \sqrt[4]{\frac{N}{102v_a}} \text{ м.}$$

При расчете по этой формуле рекомендуется принимать следующие значения величин:

мощность на винте $N = 0,96 - 0,97 N_d$ — паспортной мощности двигателя при прямой передаче на винт; $N = 0,94 - 0,95 N_d$ — при наличии редуктора.

Коэффициент попутного потока ω для различных корпусов:

Очень быстроходные легкие глиссирующие плоскодонные лодки гоночного типа	0,01—0,05
Быстроходные глиссирующие мотолодки и катера	0,05—0,08
Мотолодки и катера остроскулые в переходном к глиссированию режиме	0,05—0,08
Круглоскулые быстроходные катера	0,08—0,12
Мотолодки с подводными моторами	0,10—0,12
Легкие водоизмещающие катера (коэффициент общей полноты $\delta = 0,4$)	0,15—0,20
Тяжелые водоизмещающие катера ($\delta = 0,5$)	0,22—0,25
Тяжелые тихоходные водоизмещающие катера ($\delta = 0,6 \div 0,7$), яхты со вспомогательным мотором	0,30—0,35
Тихоходные катера с гребным винтом в туннеле	0,50—0,55

Для определения скорости судна можно воспользоваться приближенными методами, приведенными на стр. 51—52.

Частоту вращения гребного вала рекомендуется обеспечивать в пределах 600 об/мин на каждые 10 км/ч скорости хода судна.

Диаметр винта имеет решающее влияние на величину потребляемой винтом мощности. Обычно при постройке судна его снабжают винтом заводского большего диаметра (до 5 % D), с тем, чтобы при последующих испытаниях и доводке судна добиться полного соответствия характеристик винта, двигателя и корпуса судна. При такой доводке винт обычно подрезают по диаметру до получения номинальных оборотов двигателя при максимально достижимой скорости.

Шаг винта H можно ориентировочно определить, зная величину относительного скольжения s для данного типа судна и ожидаемую скорость лодки

$$H = \frac{v_a}{n \cdot (1 - s)} \text{ м.}$$

Оптимальная величина скольжения для винтов, имеющих шаговое отношение $H/D < 1,2$ составляет $s = 0,14 \div 0,16$; для винтов имеющих $H/D > 1,2$, $s = 0,12 \div 0,14$. При выборе шагового отношения H/D можно руководствоваться следующими рекомендациями. Для легких быстроходных лодок требуются винты с большим шагом или шаговым отношением, для тяжелых и тихоходных — с меньшим. При обычно применяемых двигателях с номинальной частотой вращения 1500—5000 об/мин оптимальное шаговое отношение H/D составляет: для гоночных моторлодок и глассеров — $0,9 \div 1,5$; легких прогулочных катеров — $0,8 \div 1,2$; водоизмещающих катеров — $0,6 \div 1,0$ и очень тяжелых тихоходных катеров — $0,55 \div 0,80$. Следует иметь в виду, что эти значения справедливы при указанном выше соотношении частоты вращения гребного вала и скорости лодки; при иной частоте вращения вала необходимо применить редуктор.

Для быстрой ориентировочной прикидки диаметра гребного винта в зависимости от мощности двигателя и частоты вращения гребного вала можно воспользоваться рис. 21.

Важным условием эффективной работы двигателя на катере является согласованность его внешней характеристики с винтовой характеристикой. Внешняя характеристика двигателя представляет собой зависимость снимаемой с его вала мощности от частоты вращения коленчатого вала при полностью открытом дросселе карбюратора. Внешняя характеристика является собственной характеристикой двигателя, не зависящей от особенностей судна и гребного винта, на котором этот двигатель установлен. На рис. 22 такая характеристика обозначена кривой 1.

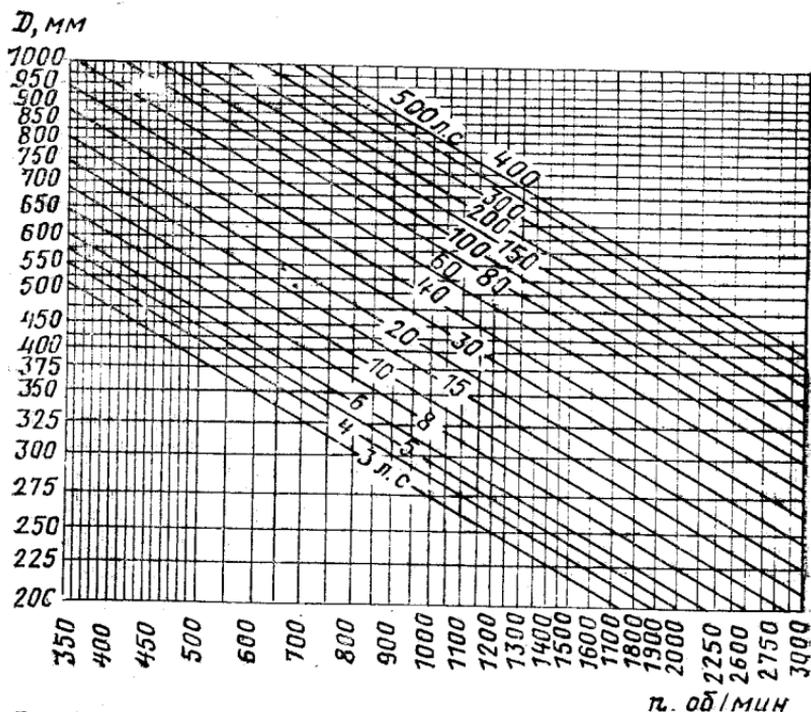


Рис. 21. Номограмма для ориентировочного определения диаметра винта D по известной мощности двигателя N и частоте вращения n .

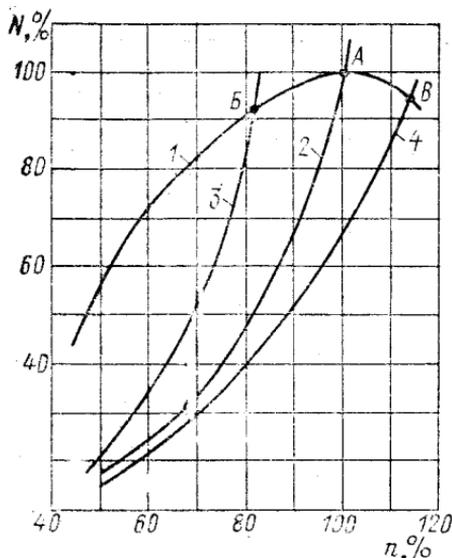


Рис. 22. Внешняя и винтовая характеристики двигателя.

Винтовая характеристика — зависимость эффективной мощности от частоты вращения при различном открытии дроссельной заслонки карбюратора и работе двигателя на гребной винт постоянного шага. Винтовая характеристика определяется закономерностями, связанными с особенностями работы гребного винта во взаимодействии с корпусом судна. Определяющими факторами здесь являются изменение сопротивления воды движению судна, изменение упора гребного винта и, как следствие этого, изменение крутящего момента, развиваемого двигателем. У водонзмещающего катера винтовая характеристика двигателя представляет собой кривую, близкую к кубической параболе (кривые 2—3 на рис. 22). У глиссирующих катеров на режиме полного хода мощность изменяется примерно пропорционально отношению числа оборотов в степени 1,6—1,8.

Гребной винт постоянного шага рассчитывают таким образом, чтобы при полностью открытом дросселе карбюратора (или при максимальной подаче топлива на дизеле) винт поглощал бы

всю мощность двигателя, т. е. чтобы винтовая характеристика 2 пересеклась бы с внешней характеристикой 1 в точке А, соответствующей номинальной мощности двигателя, который при этом должен развить номинальную частоту вращения.

При изменении условий плавания, например, при перегрузке катера, сопротивление движению увеличивается, в результате скорость хода падает быстрее, чем число оборотов винта, следовательно уменьшается поступь. Двигатель при этом перегружается по крутящему моменту, работая по винтовой характеристике 3, которая пересекает внешнюю характеристику в точке В. Мощность и частота вращения коленвала оказываются ниже номинальных; в данном случае винт становится гидродинамически тяжелым.

При уменьшении сопротивления воды движению катера, например при плавании без пассажиров, скорость хода возрастает быстрее, чем увеличивается частота вращения винта, следовательно увеличится и поступь. Винт при этом становится гидродинамически легким (кривая 4). Таким образом, в зависимости от изменений условий плавания работа винтомоторной установки на катере может быть представлена множеством кривых, подобных кривым 2—4, однако наиболее эффективно она будет работать на номинальном режиме лишь по одной кривой 2.

Для каждого конкретного сочетания судна и двигателя существует оптимальный гребной винт. Если же поставить на катер винт от другого судна, то он может оказаться или тяжелым или легким. Проще бывает исправить тяжелый винт, обрезав кромки его лопастей по наружному диаметру на небольшую величину — до 5%. Если после этого двигатель все равно не развивает номинальных оборотов, следует выбрать менее нагруженный винт с меньшим шаговым отношением H/D или меньшим диаметром. При этом нужно учитывать, что чрезмерное уменьшение диаметра винта приводит к существенному падению его упора.

Сказанное относится и к гребным винтам подвесных моторов, на которых основной штатный винт рассчитывается для установки на глиссирующих моторках с малой килеватостью днища и удельной нагрузкой 17—22 кг/л. с. При увеличенной нагрузке или на лодках с повышенной килеватостью днища штатные винты необходимо заменять на «грузовые» — с уменьшенным на 10—15% шагом. При установке подвесного мотора на тихоходной водонзмещающей шлюпке рекомендуется применять трех- и четырехлопастные винты с шаговым отноше-

нием около $H/D = 0,7$, с формой и профилем сечения лопастей идентичными штатному винту.

Кавитация и особенности геометрии гребных винтов малых судов. Высокие скорости движения моторолодок и катеров и частота вращения винтов часто становятся причиной кавитации — вскипания воды и образования пузырьков паров в области разрежения на засасывающей стороне лопасти. Когда эти пузырьки лопаются, создаются огромные местные давления, отчего поверхность лопасти выкрашивается. При длительной работе кавитирующего винта эрозийные разрушения могут быть настолько значительными, что эффективность винта снижается.

Во второй стадии кавитации образуется сплошная полость — кавернa, охватывающая всю лопасть винта. Развиваемый винтом упор при этом падает, катер не развивает ожидаемой скорости.

Кавитацию винта можно обнаружить по тому, что скорость лодки перестает расти, несмотря на повышение частоты вращения. Гребной винт при этом издает специфический шум, на корпус передается вибрация, лодка движется скачками.

Степень разрежения на лопасти, а следовательно, и момент наступления кавитации зависят прежде всего от скорости потока, набегающего на лопасть. Напомним, что эта скорость является геометрической суммой окружной скорости $v_r = \pi \cdot D \cdot n$ и поступательной v_a . Кавитация вступает во вторую стадию, когда окружная скорость на конце лопасти достигает значения 3500 м/мин. Это означает, например, что гребной винт диаметром 300 мм будет иметь при этом частоту вращения

$$n = \frac{v_r}{\pi \cdot D} = \frac{3500}{3,14 \cdot 0,3} = 3700 \text{ об/мин,}$$

а винт диаметром 0,4 м — около 2800 об/мин.

Момент наступления кавитации зависит не только от частоты вращения, но и от ряда других параметров. Так, чем меньше площадь лопастей, больше толщина их профиля и ближе к ватерлинии расположен винт, тем при меньшей частоте вращения, т. е. раньше наступает кавитация. Появлению кавитации способствует также большой угол наклона гребного вала, дефекты лопастей — изгиб, некачественная поверхность.

Упор, развиваемый гребным винтом, практически не зависит от площади лопастей. Наоборот, с увеличением этой площади возрастает трение о воду, на преодоление которого расходуется часть мощности двигателя. Однако при том же упоре на широких лопастях разрежение на засасывающей стороне меньше, чем на узких. Следовательно, широколопастной винт нужен там, где возможна кавитация (т. е. на быстроходных катерах и при большой частоте вращения гребного вала).

В качестве характеристики винта принимается рабочая (или спрямленная) площадь лопастей (рис. 23). Для ее вычисления ширина лопасти измеряется на нагнетающей поверхности по длине дуги окружности для нескольких радиусов, проведенных из центра винта. В характеристике винта указывается обычно не сама спрямленная площадь лопастей A , а ее отношение к площади A_d сплошного диска такого же, как винт, диаметра, т. е. A/A_d . На винтах заводского изготовления величина дискового отношения выбита на ступице.

Для винтов, работающих в докавитационном режиме, дисковое отношение принимают в пределах 0,3—0,6. У сильно нагруженных винтов на быстроходных катерах с мощными высокооборотными двигателями A/A_d увеличивается до 0,6—1,1. Большая ширина лопастей необходима и при изготовлении винтов из материалов с низкой прочностью, например, из силумина или стеклопластика.

При высокой частоте вращения вода под действием центробежных сил растекается по винту в радиальном направлении — к концам лопастей, вследствие чего КПД винта падает. Для уменьшения этого эффекта лопастям придают значительный наклон в корму — от 10 до 15°.

Небольшая саблевидность лопасти (несимметричная форма ее с криволинейной линией наибольших толщин сечения лопасти, с выпуклостью, направленной по ходу вращения винта) обеспечивает более плавный вход лопасти в воду, снижает вибрацию винта. Такие винты в меньшей степени подвержены кавитации и имеют повышенную прочность входящих кромок.

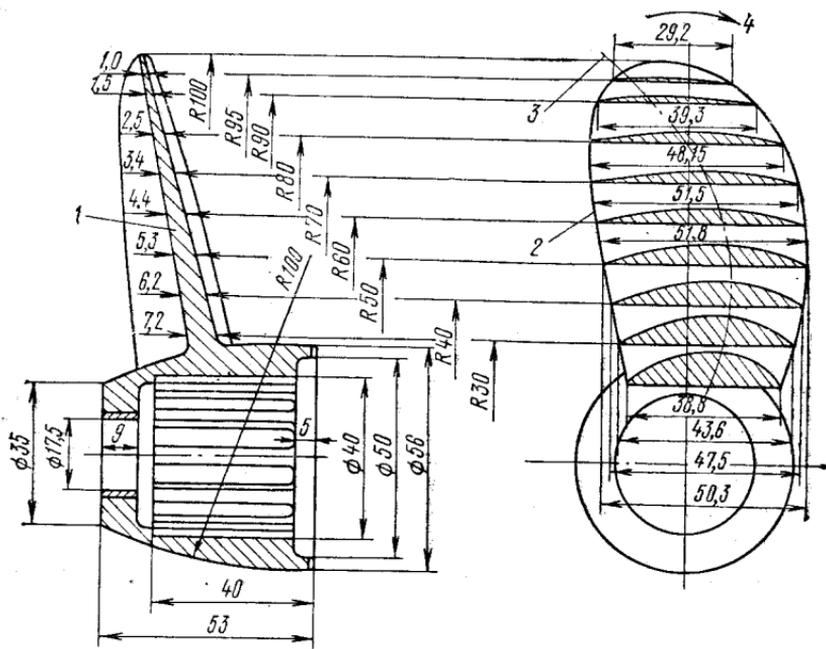


Рис. 23. Трехлопастной гребной винт для мотора «Прибой».

1 — сечение максимальных толщин лопасти; 2 — спрямленный контур лопасти; 3 — линия наибольшей толщины; 4 — направление вращения.

Наибольшее распространение для винтов малых судов получил сегментный плоско-выпуклый профиль поперечных сечений лопастей (см. рис. 23). Лопастей винтов быстроходных мотолодок и катеров, рассчитанных на скорость свыше 40 км/ч, приходится выполнять возможно более тонкими с тем, чтобы предотвратить кавитацию. Для повышения эффективности в этих случаях целесообразен выпукло-вогнутый профиль («луночка»). Стрелка вогнутости нагнетающей стороны профиля принимается равной около 2% хорды сечения, а относительная толщина сегментного профиля (отношение толщины t к хорде b на расчетном радиусе винта, равном $0,6R$) принимается обычно в пределах $t/b = 0,04 \div 0,10$.

Двухлопастной гребной винт обладает более высоким КПД, чем трехлопастной, однако при большом дисковом отношении трехлопастные винты оказываются прочнее. Винты с двумя лопастями применяют на гоночных судах, где винт оказывается слабо нагруженным, и на парусно-моторных яхтах, где двигатель играет вспомогательную роль. В последнем случае имеет значение возможность устанавливать лопасти в вертикальном положении в гидродинамическом следе ахтерштевня для уменьшения сопротивления винта при плавании под парусами.

Четырех- и пятилопастные винты применяют очень редко, в основном на крупных моторных яхтах для уменьшения шума и вибрации корпуса.

Гребной винт лучше всего работает, когда его ось расположена горизонтально. У винта, установленного с наклоном к горизонту более 10° и в связи с этим обтекаемого «косым» потоком, КПД всегда ниже.

Водометные движители. Принцип их работы тот же, что и гребного винта: масса воды, отброшенная движителем в корму, создает в виде реакции упорное давление, движущее судно вперед. По конструкции современный водомет представляет собой высокопроизводительный насос осевого типа, который забирает воду из-под днища катера и выбрасывает его через сужающееся сопло, расположенное за транцем. Упор движителя пропорционален массе воды, проходящей через сопло в единицу времени, и приращению скорости потока, которое вода получает на выходе из сопла по сравнению со скоростью в водозаборнике,

В отличие от гребного винта, вращающиеся части водомета находятся внутри корпуса судна и надежно защищены от повреждений при встрече с подводными препятствиями, что и определяет основное преимущество этого вида двигателей.

Водометные катера имеют минимальную габаритную осадку, благодаря чему они в ряде случаев являются единственным средством передвижения по засоренным и мелководным акваториям. У таких катеров нет выступающих за корпус подводных частей — винта, защитной шпоры, руля, за которые могут зацепиться якорные канаты или рыболовные снасти или которые могут поранить находящихся в воде людей.

Водометные катера обладают хорошей приемистостью — развивают полную скорость за считанные секунды. Маневренные качества их гораздо выше, чем катеров с колонкой или рулем, — повороты на 180° можно совершать буквально на расстоянии, равном одной-двум длинам корпуса; реверсивное устройство действует как тормоз, позволяя останавливать катер с полного хода при длине пробега не более двух длин корпуса.

При увеличении полезной нагрузки скорость водометного катера снижается в меньшей степени, чем винтового. При глиссировании образуется меньше расходящихся волн, размывающих берега и беспокоящих лодки на прибрежных стоянках.

При любительской постройке катеров преимуществом водометного двигателя является его сравнительно простая конструкция: у него всего несколько вращающихся деталей; нет ни шестерен, ни реверсивной муфты, для изготовления которых требуются дорогие высококачественные стали, станки высокой точности и т. п. Судостроитель-любитель может изготовить водомет, воспользовавшись станками, которые имеются в любой мастерской по обработке металлов; вместо сложной механической реверсивной передачи здесь используется гидро-реверс, состоящий из простой заслонки заднего хода, направляющей струю из сопла вперед под днище катера.

В то же время любитель, приступающий к постройке водометного катера, встречается и с определенными трудностями. Это, прежде всего, сложность в точном подборе элементов двигателя для данного корпуса, поскольку конструктор водометного катера располагает пока что гораздо меньшей информацией, необходимой для расчета, по сравнению с той, что имеется по гребным винтам. Второе — это относительная сложность доводки двигателя, связанная с его размещением внутри корпуса и зависимостью от формирования потока воды на входе в водозаборник. При плавании по мелководным рекам с галечным дном возможен повышенный износ лопаток ротора; все детали, размещенные в водоводе, нуждаются в тщательной защите от коррозии или должны быть изготовлены из коррозионно-стойких материалов. При установке на плоскородных корпусах и неправильном размещении защитной решетки возможно возникновение кавитации на лопастях ротора.

На рис. 298 представлен сборочный чертеж водомета простейшей конструкции, получивший широкое распространение на катерах самостоятельной постройки. Этот двигатель может быть применен для глиссирующего катера, развивающего скорость 40—45 км/ч, имеющего полное водоизмещение до 1,2 т, длину до 6 м и мощность двигателя 37—66 кВт (50—90 л. с.). Диаметр ротора составляет 218—225 мм при выходном диаметре сопла 150—160 мм. Основными деталями двигателя являются водовод 10, снабженный защитной решеткой 11 на входе; четырехлопастной ротор 13; сопло 17; опорный подшипник 18, установленный в сопле; дейдвудное уплотнительное устройство, изготовленное вместе с радиально-упорным подшипником 7, и реверсивно-рулевое устройство 23.

Корпус водовода формируется из стеклопластика на специальном приспособлении — разъемном болване. В месте расположения ротора в водовод заформовывается цилиндрическое кольцо из нержавеющей стали с фланцем, через который двигатель крепится к транцу катера. К этому же фланцу присоединяется сопло с лопатками спрямляющего аппарата и резино-металлическим подшипником гребного вала. Для более точного согласования элементов двигателя параметрам сопротивления катера и внешней характеристике двигателя в кормовом срезе сопла заформовывается посадочное гнездо для сменных колец 20, с помощью которых можно в небольших пределах изменять выходной диаметр сопла

и коэффициент поджатия струи. К кормовому же срезу сопла крепится реверсивно-рулевое устройство.

Ротор водометного движителя работает в принципе так же, как и гребной винт, поэтому его элементы рассчитывают по диаграммам для изолированных винтов, но с учетом специфических условий работы в трубе и взаимодействия с корпусом судна. Полный расчет водомета достаточно громоздкий и сложный, требует замеров сопротивления воды движению катера на расчетных скоростях, поэтому любителям рекомендуется упрощенный способ подбора основных данных

Т а б л и ц а 5. Основные данные катеров с водометными движителями

№ п.п.	Тип судна	Размеры корпуса $L \times B \times H$, м	Водо-измеще-ние D , кг	Тип двигателя			Мощность, N , кВт (л. с.)
1	«Казанка»	$4,63 \times 1,26$	520	«СМ-557Л»			9,9 (13,5)
2	«Аллигатор»	$4,0 \times 1,6 \times 0,65$	700	«МЗМА-407»			26,4 (36)
3	«Кама»	$4,73 \times 1,77 \times 0,67$	1000	«М-20»			33,1 (45)
4	«Казанка»	$4,63 \times 1,26 \times 0,68$	520	«Вихрь»			14,7 (20)
5	«Зефир»	$5,9 \times 2,1 \times 0,89$	1000	«ГАЗ-21»			55,2 (75)
6	«Изумруд»	$4,8 \times 1,65 \times 0,69$	760	«М-21А»			44,1 (60)
7	«Гранд»	$6,2 \times 2,1 \times 0,90$	1200	«М-21»			
8	«Турист»	$6,9 \times 2,4 \times 1,2$	1800	«ЗМЗ-53»			88,3 (120)
9	«Циклон-II»	$5,96 \times 2,3 \times 0,9$	1400	«ГАЗ-21»			55,2 (75)

№ п.п.	Тип судна	Частота вращения ротора n , об/мин	Скорость катера V , км/ч	Элементы движителя, мм			Чертежи опубликованы в сб. «Катера и яхты», №; год
				диаметр ротора	шаг ротора	диаметр сопла	
1	«Казанка»	3400	27	0,178	0,130	0,130	2; 1964
2	«Аллигатор»	3400	33	0,190	0,139	0,107	5; 1965
3	«Кама»	3500	43	0,218	0,210	0,154	11; 1967
4	«Казанка»	3900	32	0,179	0,150	0,138	23; 1970
5	«Зефир»	3200	38	0,218	0,225	0,160	64; 1976
6	«Изумруд»	3200	61	0,188	0,161	0,103	20; 1969
7	«Гранд»		40	0,229	0,215	0,230 *	79; 1979
8	«Турист»		40	0,269	0,300	0,240	27; 1970
9	«Циклон-II»	3200	38—52	0,222	0,240	0,155	92; 1981

* Лопаточное поджатие струи

двигателя по прототипу, т. е. — по данным построенных и испытанных катеров, приведенным, например, в табл. 5. Если обозначить элементы движителя прототипа с индексом «0» (диаметр ротора — D_0 , шаг — H_0 ; частоту вращения — n_0 ; скорость судна — v_0), то для проектируемого катера диаметр ротора можно определить по формуле

$$D = D_0 \sqrt{\frac{n_0}{n}} \cdot \sqrt[4]{\frac{N \cdot v_0}{N_0 \cdot v}} \text{ м,}$$

шаг лопаток ротора

$$H = H_0 \frac{v \cdot n_0}{v_0 \cdot n} \text{ м.}$$

Дискосное отношение ротора определяется в основном из условий обеспечения прочности лопасти при работе движителя в швартовном режиме, когда двигатель развивает упор, равный примерно 8—11,5 кгс/кВт (6—8,5 кгс/л. с.). При

четырёхлопастном роторе и относительной толщине профиля лопасти $t/b = 0,06 \div 0,08$ (у корневых сечений) дисковое отношение ротора составляет обычно $A/A_d = 0,6 \div 1,0$, причем большие значения относятся к более нагруженным двигателям, развивающим большой упор на малой скорости. Для очень быстрходных катеров A/A_d должно быть больше 1 (1,1—1,3).

Для того чтобы уменьшить потери, возникающие при перетекании воды из области повышенного давления на нагнетающей стороне через края лопастей на засасывающую сторону, зазор между краем лопасти и водоводом должен быть минимальным (в пределах 0,5—1 мм по всей протяженности края лопасти). Поэтому лопасти ротора делаются в виде симметричных секторов, кромки которых после сборки со ступицей обрабатывают по радиусу (см. рис. 302). Толщина лопастей у наружных кромок принимается обычно равной 0,02—0,04 ширины лопасти; профиль сечения — симметричный сегмент. Так же как и на гребных винтах целесообразна небольшая откидка лопасти назад.

Ступица ротора водомета имеет заметно большие размеры, чем у гребного винта; ее диаметр обычно составляет $d_{ст} = (0,30 \div 0,45)D$, где меньшие значения относятся к быстрходным катерам. Форма ступицы выполняется такой, чтобы поток плавно переходил от гребного вала к ступице и затем к втулке подшипника и обтекателя.

Как и гребной винт, ротор водомета помимо перемещения масс воды закручивает поток в направлении своего вращения, на что затрачивается часть мощности двигателя. Закрученный поток, выходя из сопла, резко расширяется, струя разбрасывается, что отрицательно сказывается на КПД двигателя. Поэтому за ротором ставится спрямляющий аппарат, состоящий из ступицы и нескольких лопаток (обычно на 1—2 больше, чем число лопастей у ротора). Расстояние между кромками лопаток спрямляющего аппарата и лопастей ротора принимается равным около 0,03D.

Лопатки спрямляющего аппарата изгибают таким образом, чтобы их передние кромки были направлены против вращения ротора, а задние расположены вдоль оси двигателя.

Назначением сопла является плавное сужение струи на выходе из двигателя с целью повышения его скорости. Наиболее эффективны сопла с криволинейными образующими и небольшим цилиндрическим участком на конце. Скорость струи на выходе из сопла должна составлять 1,6—1,8 скорости в диске ротора. Отсюда следует, что относительное поджатие сопла, т. е. отношение площади его выходного отверстия к площади проходной части водовода в районе установки ротора (за вычетом площади сечения ступицы) должно быть в пределах 0,55—0,62.

Поджатие струи на выходе из сопла подтормаживает воду в диске ротора, увеличивая нагрузку двигателя, поэтому для регулировки нагрузки водомета и соответственно двигателя и используются сменные кольца. Так, если двигатель не развивает номинального числа оборотов, необходимо «облегчить» двигатель, поставив кольцо увеличенного диаметра, и, наоборот, если число оборотов превышает номинальное, то площадь выходного отверстия сопла следует уменьшить. Имея в запасе 3—4 кольца, внутренние диаметры которых отличаются на 4—5 мм один от другого, можно подобрать оптимальное поджатие струи и получить максимальную скорость для данной нагрузки катера.

Водовод служит для забора воды и подвода ее к ротору водомета. Затраты мощности двигателя на подъем воды выше ватерлинии (на легких быстрходных катерах выброс струи из двигателя всегда осуществляется в воздух с целью уменьшить противодавление на выходе), на преодоление трения о стенки водовода оказываются довольно значительными. Поэтому форма водовода тщательно проектируется, а внутренняя поверхность выполняется по возможности более гладкой (полируется при изготовлении из металла). Желательно, чтобы высота оси водовода в месте установки ротора от дна не превышала значения 0,55—0,65 диаметра ротора с целью уменьшить потери на подъем воды в двигателе. Наклон оси гребного вала рекомендуется принимать не более 5°.

Общую длину водовода для уменьшения потерь на трение стараются сократить, однако это возможно лишь до определенного предела. При недостаточной длине возможно нарушение плавности потока, срыв вихрей, особенно со «спинки» водовода при его чрезмерно крутом подъеме. Вихри вызывают резкое падение

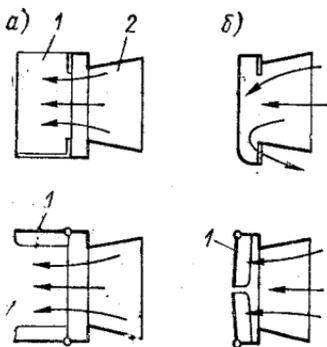


Рис. 24. Двустворчатое реверсивно-рулевое устройство: а — на переднем ходу; б — на заднем ходу. 1 — рулевая створка; 2 — сопло.

КПД движителя, поэтому угол «спинки» на входе не должен превышать $30-35^\circ$ к основной линии. Полная длина водовода при этом получается равной 3—4D.

Существенные гидравлические потери могут происходить и на входе воды в водовод. Имеет значение не только конструкция и тщательность изготовления защитной решетки, но и место ее установки. Чтобы уменьшить срыв потока с ее поперечной передней пластины, решетку целесообразно устанавливать наклонно, с передней кромкой, размещенной внутри водовода. Для уменьшения завихрений, возникающих на решетке, нижние кромки ее продольных полос закругляют, а верхние заостряют.

Реверсивно-рулевое устройство водометного движителя обеспечивает управляемость катера путем соответствующего отклонения выбрасываемой струи воды.

Наибольшее распространение на судах любительской постройки получило двустворчатое реверсивно-рулевое устройство (рис. 24). Оно состоит из двух рулей, выполненных в виде плоских пластин с отгибами у нижних кромок и шарнирно навешенных на реверсивную коробку. Рули соединены между собой тягой, которая при помощи шарнира и тросового привода может складываться в положение реверса. При этом рули закрывают выходное отверстие реверсивной коробки и направляют струю воды вперед, под днище катера. На переднем ходу рули перекадываются параллельно друг другу, изменяя направление струи в ту или иную сторону. На заднем ходу катер по курсу не управляется, что является существенным недостатком, по сравнению с поворотной насадкой на сопло и реверсивной заслонкой, применяющимися в конструкциях промышленных водометов. На катере «Восток», например, на реверсивной коробке навешены две поворотные створки — рули, при помощи которых происходит управление катером по курсу подобно рассмотренному выше способу. При необходимости дать задний

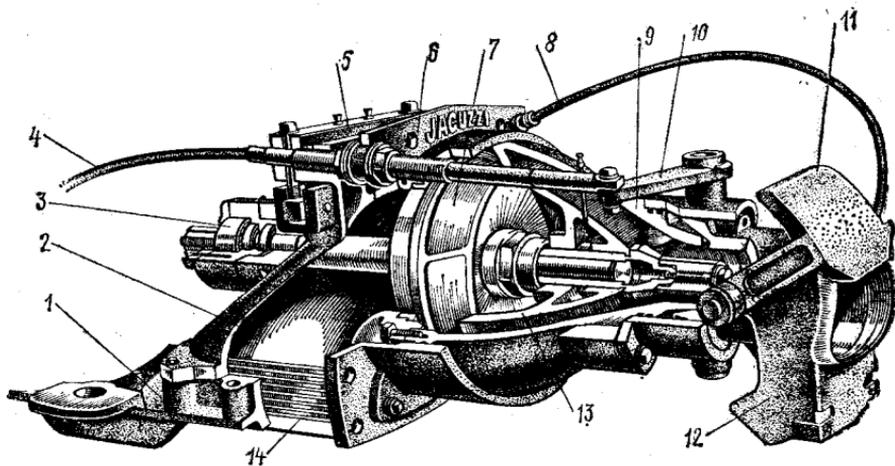


Рис. 25. Промышленный образец водометного движителя для быстроходных катеров с насосом смешанного типа.

1 — основание с защитной решеткой; 2 — корпус водовода; 3 — упорный подшипник с сальником; 4 — привод управления поворотной насадкой; 5 — смотровой лючок; 6 — фланец крепления к транцу; 7 — ротор; 8 — привод реверсивной заслонки (заднего хода); 9 — сопло; 10 — румпель поворотной насадки; 11 — заслонка заднего хода; 12 — направляющий патрубок заднего хода; 13 — обтекатель; 14 — защитная решетка водозаборника.

ход выходное отверстие створок перекрывается чашеобразной заслонкой заднего хода, которая направляет струю вниз под днище катера — таким образом катер получает ход назад, на котором им можно управлять при помощи тех же створчатых рулей. Для большей эффективности поворота заслонка имеет с внутренней стороны гребень-отражатель, который уменьшает количество воды, попадающей в сторону борта, куда направлено движение кормы.

Заметим, что на заднем ходу водометный движитель развивает обычно около 35—40 % упора переднего хода, а наивысшего КПД водомет развивает на легких быстрходных глиссирующих катерах.

На рис. 25 представлен промышленный вариант водометного движителя для катеров с ротором, работающим по принципу смешанного центробежно-осевого насоса. Интересной деталью является реверсивно-рулевое устройство, которое представляет собой поворотную насадку 12 с патрубком заднего хода. Струя воды по выходе из сопла попадает в эту насадку, которая посредством румпеля 10 отклоняется в ту или иную сторону. При этом осуществляется управление катером по курсу. При необходимости дать задний ход, выходное отверстие насадки перекрывается реверсивной заслонкой 11, которая направляет струю по патрубку заднего хода вперед, под днище катера. Благодаря тому, что насадка может проворачиваться с борта на борт и при закрытой заслонке 11, катер сохраняет хорошую управляемость на заднем ходу.

§ 8. Какая будет скорость?

Выше читатель познакомился лишь с общими основами ходкости и элементами гидродинамики движителей малых судов, которые позволяют ему качественно оценить влияние тех или иных факторов на скорость строящегося катера и затраты мощности двигателя, которые для этого потребуются. Точные расчеты скорости, элементов гребных винтов и водометов под силу только профессионалам, да и то имеющим достаточный опыт проектирования и доводки малых судов, располагающим достаточным справочным аппаратом в виде кривых сопротивления воды и диаграмм действия гребных винтов. Любителям лучше ориентироваться на данные уже построенных судов, анализируя причины отклонения характеристик построенного ими судна от прототипа. В частности, для предварительной оценки ходовых качеств можно использовать предлагаемые ниже простые приближенные методы, основанные на статистических данных натурных испытаний большого числа малых судов.

Ожидаемую скорость водоизмещающего или полуглиссирующего катера можно оценить при помощи табл. 6. Вводными данными к расчету являются длина судна по ватерлинии, его водоизмещение и мощность двигателя. Таблица позволяет решить и другую задачу — определить требуемую мощность двигателя для заданной скорости.

В процессе расчета может потребоваться интерполяция по длине катера или его водоизмещению. Например, следует подсчитать мощность двигателя, необходимую для движения со скоростью 20 км/ч катера длиной 8,5 м и водоизмещением 2 т.

Из таблицы находим необходимую мощность двигателя для катеров с длиной меньше (7,6 м) и больше (9,2 м) заданной: при $L = 7,6$ м мощность $N = 42$ л. с., при $L = 9,2$ м $N = 32$ л. с.

Разность длин: $9,2 - 7,6 = 1,6$ м.

Разность мощностей: $42 - 32 = 10$ л. с.

Потребная мощность при уменьшении длины судна на 1 м в рассматриваемом диапазоне длин: $10 : 1,6 = 6,25$ л. с.

Разность между длиной 9,2 и заданной длиной: $9,2 - 8,5 = 0,7$ м.

Мощность двигателя для катера длиной 8,5 м:

$$N = 32 + 6,25 \cdot 0,7 = 36,5 \text{ л. с.}$$

В данном методе учитываются только относительная длина судна $L/D^{1/3}$ и его относительная скорость $Fg = v/\sqrt{gL}$. Подразумевается, что обводы корпуса должны быть оптимальны для данного режима (см. стр. 76), так же, как и зна-

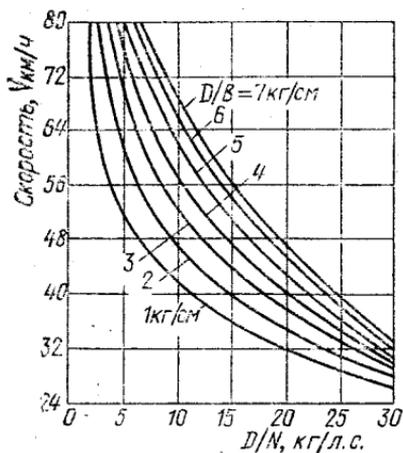


Рис. 26. График для предварительной оценки скорости глиссирующих мотолодок при заданной мощности подвесного мотора N (л. с.), полной массе судна D (кг) и ширине глиссирующего участка днища B (см).

чение призматического коэффициента полноты и положение центра тяжести по длине.

На рис. 26 приведены кривые для определения достижимой скорости чисто глиссирующих мотолодок и катеров с остроскулыми обводами длиной от 3,5 до 6 м. Кривые построены на основе испытаний большого числа мотолодок с подвесными моторами, но метод пригоден и для катеров, снабженных стационарными двигателями с гребным винтом и рулем.

График позволяет учесть удельную нагрузку судна относительно мощности двигателя (D/N) и ширины глиссирующего участка днища (D/B). Под нагрузкой понимается полная масса судна с мотором, пассажирами и запасом горючего, а в качестве ширины B — ширина корпуса по скуле, либо расстояние между кромками продольных реданов, на которых ожидается глиссирование судна при данной нагрузке. В предварительных расчетах полезно занизить паспортную мощность подвесного мотора на 10—15% — именно такова средняя эксплуатационная мощность большинства моторов.

При использовании этого метода надо учитывать, что для полной отдачи мощности двигателя необходимо применять сменные гребные винты с оптималь-

Т а б л и ц а 6. Скорость и мощность двигателя водоизмещающих катеров

Длина по конструктивной ватерлинии, м	Водоизмещение, т	Тип кормы										
		Острая (типа каноя, вельботная)			Транцевая с плоским днищем				Транцевая с очень плоским днищем либо остроскулыми обводами			
		Мощность (л. с.) при скорости, узлы (км/ч)										
		5 (9,5)	6 (11)	7 (13)	8 (15)	9 (17)	10 (19)	11 (20)	12 (22)	13 (24)	14 (26)	15 (28)
6,1	0,5	1,0	1,7	2,9	4,7	7	10	12	14	17	19	22
	1,0	1,8	3,6	6,6	10,8	16	20	24	28	33	39	44
	1,5	2,6	5,7	11,0	17,0	24	30	36	43	50	58	67
	2,0	3,1	8,0	15,0	22,0	32	40	48	57	67	77	89
	3,0	3,7	12,0	24,0	33,0	48	59	72	85	100	116	134
7,6	2,0	2,4	5,0	10,0	17,0	25	34	42	50	59	68	78
	3,0	3,0	6,5	15,0	26,0	37	48	61	74	88	102	115
	4,0	4,0	8,7	22,0	36,0	50	64	84	100	117	136	155
	5,0	5,0	12,0	28,0	46,0	65	85	105	125	146	170	196
9,2	1,5	1,6	2,9	4,9	7,4	11	15	23	31	37	43	50
	2,0	1,9	3,6	6,4	10,4	15	22	32	42	50	58	67
	3,0	2,5	5,0	9,7	17,0	26	36	48	62	75	87	100
	4,0	3,0	6,4	13,0	26,0	37	51	64	83	100	116	133
	5,0	3,3	7,7	16,0	32,0	46	66	80	104	125	145	167
	6,0	3,5	8,8	19,0	39,0	56	79	96	125	150	174	200
	8,0	4,0	11,0	26,0	51,0	74	105	128	166	200	232	267

ным шагом для данной нагрузки лодки. В противном случае полученная на практике скорость может оказаться значительно ниже расчетной. Другой важный фактор, влияющий на скорость — это центровка судна, от которой зависят ходовой дифферент и смоченная поверхность днища. Даже если применены оптимальные мотор и гребной винт, неправильное положение центра тяжести по длине может оказаться причиной снижения скорости до 30—50 % от получаемой по данному методу.

§ 9. Управляемость

Управляемостью называется качество судна, позволяющее ему следовать по заданному курсу или изменять направление движения по желанию экипажа. Для обеспечения этого качества каждое судно снабжается рулем; управляемым может считаться только такое судно, которое на перекладку руля реагирует определенным образом. Управляемость объединяет два свойства — устойчивость на курсе и поворотливость.

Устойчивость на курсе — это способность судна удерживать прямолинейное направление движения при действии на него различных внешних сил: ветра, волнения и т. п. Устойчивость на курсе зависит не только от конструктивных особенностей катера или яхты, но и от реакции рулевого на отклонение судна от курса — его «чутья» руля.

Поворотливостью называют способность судна изменять направление движения и описывать определенную траекторию под действием руля и движителей — гребного винта, если это моторный катер, и парусов, если судно движется под парусами.

Всегда желательно, чтобы судно было достаточно устойчиво на курсе, так как любое отклонение руля вызывает увеличение сопротивления воды. В то же время оно должно обладать хорошей поворотливостью для возможности маневрирования в тесных гаванях, при подходе к оказавшемуся за бортом человеку и т. п. В известной степени эти требования противоречивы: чем поворотливее судно, тем труднее удерживать его на курсе, и наоборот, чем легче судно удерживается на прямом курсе, тем труднее управлять им при маневрировании.

Управление малыми судами осуществляется при помощи руля, изменением направления действия упора гребного винта — на мотолодках с подвесными моторами и катерах с угловыми поворотными-откидными колонками, и изменением направления реакции водометных движителей. Руль является вертикально или наклонно расположенным гидродинамическим крылом, которое может быть установлено как под днищем, так и за транцем катера. При его перекладке на некоторый угол атаки на руле возникает гидродинамическая сила Q , одна из составляющих которой N толкает корму судна в сторону, противоположную перекладке руля (рис. 27). Другая составляющая R является дополнительным сопротивлением, замедляющим ход судна.

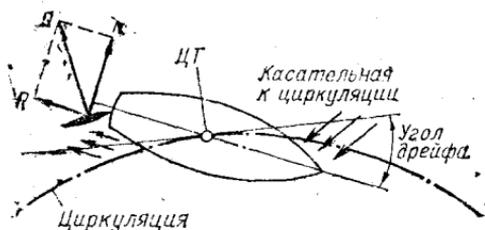


Рис. 27. Гидродинамические силы, действующие на руль и корпус катера при перекладке руля.

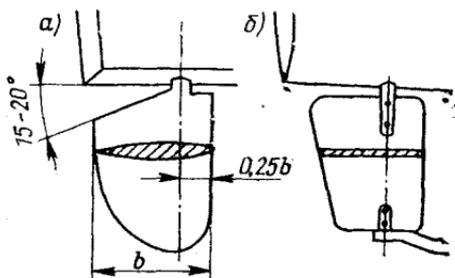


Рис. 28. Балансирные рули: а — подвесной обтекаемый руль на быстроходном катере; б — пластинчатый руль на катере водонмещающего типа.

В начальный момент поворота центр тяжести судна (ЦТ) по инерции продолжает свое движение в прежнем направлении, хотя корпус оказывается уже развернутым рулем на некоторый угол. На боковую поверхность подводной части корпуса в носу начинает действовать повышенное гидродинамическое давление. Под его действием происходит дальнейший разворот корпуса вокруг вертикальной оси, проходящей через ЦТ судна.

Если закрепить руль в одном положении, то судно пойдет примерно по окружности, которая называется циркуляцией. Диаметр или радиус циркуляции и является мерой поворотливости судна: чем больше радиус циркуляции, тем хуже поворотливость. По циркуляции движется только центр тяжести судна, корму выносит наружу. Одновременно судно получает дрейф, отчасти вызванный центробежной силой, отчасти — силой N , возникающей на руле. Поворотливость судна определяется в основном взаимным расположением трех точек: центра тяжести, центра приложения сил бокового сопротивления (ЦБС) и точки приложения движущей силы — упора винта. Большую роль играет N и ее удаление от ЦБС, так как эта сила и гидродинамические силы давления на наружную (по отношению к центру вращения судна) скулу в носовой части образуют поворачивающий момент. Во время поворота ЦБС не остается неподвижным, а перемещается вдоль корпуса в зависимости от его обводов и даже конфигурации надводной части судна, от которой в значительной мере зависит управляемость в свежий ветер.

Отсюда нетрудно сформулировать условия, которым должно удовлетворять судно, обладающее хорошей поворотливостью. Важно, чтобы ЦБС располагался несколько в нос от ЦТ судна, т. е., основная площадь погруженной части ДП должна располагаться в носовой части. Иногда приходится вырезать часть дейдвуда или кила вблизи кормы, чтобы улучшить поворотливость катера, а на плоскодонных глиссирующих мотолодках, имеющих на ходу малую осадку носом, с этой же целью в носовой части устанавливают небольшой плавник.

Радиус циркуляции зависит от скорости и водоизмещения судна, а также момента инерции относительно вертикальной оси, проходящей через ЦТ. Чем больше скорость, водоизмещение и длина судна, чем больше тяжелых предметов (двигатель, якоря и прочее оборудование) размещено в оконечностях судна, тем больше радиус циркуляции. Обычно его выражают в длинах корпуса судна. Судно обладает хорошей поворотливостью, если диаметр циркуляции его менее 3 длин корпуса; удовлетворительной — не более 5 длин.

При проектировании руля стремятся, чтобы при его отклонении от ДП создавалась достаточная поворачивающая сила при минимальном сопротивлении воды. Наибольшие распространение получили рули, спроектированные в виде крыла с аэродинамическим профилем поперечного сечения. Максимальная толщина профиля принимается обычно в пределах 8—12 % хорды и располагается на расстоянии 1/3 хорды от передней кромки руля. Площадь руля зависит от скорости судна, так как подъемная сила на нем прямо пропорциональна квадрату скорости. На парусных яхтах площадь руля составляет $8 \div 10$ % погруженной площади ДП; на тихоходных водоизмещающих катерах — $2 \div 5$ %; на глиссирующих — $1 \div 2$ %. Для использования повышенной скорости потока воды, отбрасываемого назад гребным винтом, перо руля на катерах размещают за винтом на расстоянии не более 0,75 диаметра винта.

Эффективность руля будет выше, если его поместить под днищем судна. Это объясняется тем, что вода не перетекает через верхнюю кромку руля (эффект гидродинамической шайбы) и исключается возможность засасывания воздуха с поверхности воды на сторону разрезания при крутых поворотах на большой скорости. На катерах с рулем, навешенным на транце, полезно установить над верхней кромкой руля пластину.

На очень быстроходных катерах, у которых руль установлен под днищем, но слишком близко от транца, желательно срезать верхний угол пера под углом 15—20° (рис. 28, а). Благодаря этому срезу поток под днищем будет проходить до транца и препятствовать прорыву воздуха с поверхности к рулю. Кроме того, при резком повороте избыток давления на поверхности руля, обращенной вперед, может вызвать дифферент катера на нос с креном наружу циркуляции. При наличии среза этого можно не опасаться.

Важной характеристикой руля является его гидродинамическое удлинение λ (отношение квадрата высоты к площади пера). Руль с большим удлинением развивает большую поперечную силу N при малом отклонении; при сравнительно же небольших углах атаки происходит отрыв потока от поверхности разрежения, в результате чего подъемная сила на руле резко падает. Например, при $\lambda = 5$ критический угол перекадки руля составляет 12° , а при $\lambda = 1$ — уже 30° . В качестве компромиссного решения применяют рули с $\lambda = 1,2 \div 2,0$ для катеров и $\lambda = 2 \div 2,5$ — для парусных яхт. Обычно угол поворота руля ограничивается 35° на борт.

Оптимальной формой пера руля является трапецевидная с прямой или слегка скругленной нижней кромкой. Для уменьшения усилий на румпеле иногда применяют балансирующие рули (рис. 28) с осью вращения, расположенной слегка в нос от точки приложения результирующей гидродинамического давления к профилю, т. е. на расстоянии не более 25 % хорды профиля руля. В противном случае для возвращения руля в нормальное положение после перекадки требуются слишком большие усилия. Для быстроходных катеров коэффициент компенсации — отношение площади руля, расположенной впереди баллера к остальной его части — составляет 12—16 %; для тихоходных катеров и яхт — 17—20 %.

Сказанное выше о форме подводной части ДП, которая обеспечивает хорошую поворотливость, в обратном смысле можно применить при рассмотрении устойчивости судна на курсе. Если ЦБС расположен в корму от ЦТ, конфигурация подводной части ДП близка к прямоугольнику, имеется развитый киль-стабилизатор в кормовой части, то судно обладает хорошей устойчивостью на курсе, иногда — в ущерб его поворотливости. Устойчивость придает также дифферент на корму, а на глиссирующих катерах — наличие продольных реданов на днище. Катера, имеющие ходовой дифферент на нос или крен, как правило, обладают плохой устойчивостью на курсе. При крене точка приложения силы сопротивления воды смещается от ДП; эта сила вместе с упором гребного винта образует момент, поворачивающий судно в сторону крена. На глиссирующих катерах, особенно с повышенной килеватостью днища, появлению крена способствует работа гребного винта: катер кренится в сторону, противоположную направлению вращения винта. Разумеется крен, уводящий судно в сторону от курса, следует ликвидировать, иначе постоянная перекадка руля приведет к снижению скорости хода.

Для повышения устойчивости на курсе глиссирующие катера, имеющие высокий надводный борт и развитые надстройки, снабжают килями-стабилизаторами, простирающимися обычно до выхода из корпуса гребного вала и препятствующими сносу с курса при сильных боковых ветрах. Крен, возникающий под действием бокового ветра, целесообразно ликвидировать при помощи управляемых транцевых плит, отклоняя на необходимый угол атаки плиту у накрененного борта.

§ 10. Особенности движения парусных яхт

Силы на парусах и корпусе. Суда, приспособленные для движения под парусами, имеют ряд специфических особенностей, отличающих их от судов с механическим двигателем. Эти особенности обусловлены использованием ветра в качестве энергии для движения, а в качестве движителя — парусов.

Большинство людей хорошо знакомо с простыми прямыми парусами, которые ставятся преимущественно на попутных к ветру курсах (рис. 29, а). Такой парус является плохо обтекаемым телом. На его подветренной стороне создается разрежение, на наветренной — повышенное давление. Суммируясь по всей площади паруса, разность давлений образует силу сопротивления, направленную по курсу судна и приводящую его в движение.

Прямой парус создает тягу и при плавании под углом к направлению ветра вплоть до курса полный бейдевинд (60 — 70° к ветру). На этом курсе на ветровой поток воздуха накладывается встречный поток, вызванный скоростью движения судна вперед; вектор скорости суммарного потока оказывается на-

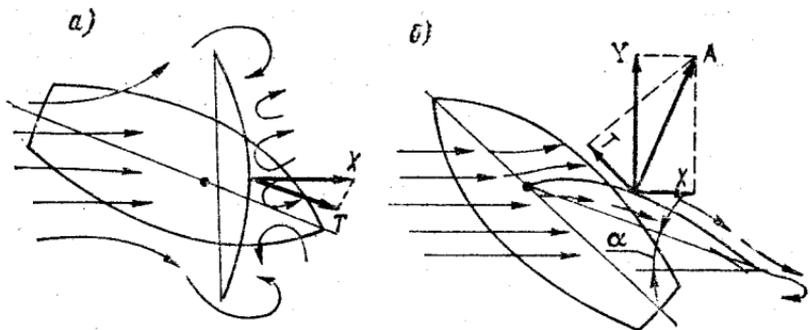


Рис. 29. Возникновение силы тяги T на прямом (а) и косом (б) парусах.

Y — подъемная сила; X — сила лобового сопротивления; A — результирующая аэродинамическая сила; α — угол атаки.

правленным к парусу уже не под 60 или 70° , а гораздо острее. Парус начинает работать уже по другому принципу — аэродинамического крыла (рис. 29, б). С кормовой кромки срывается вихрь, вызывающий циркуляцию потока воздуха вокруг паруса, направление которой совпадает с общим потоком у подветренной стороны паруса и противоположно ему у наветренной. Вследствие ускорения частиц воздуха на подветренной стороне возникает разрежение, а на наветренной, где движение частиц замедляется, создается повышенное давление. В результате образуется аэродинамическая сила, проекция которой на направление движения судна и является полезной тягой паруса.

При расположении паруса под углом к ветру он также обладает сопротивлением, но в данном случае сила сопротивления не только не создает тяги, но наоборот тормозит движение судна. Если на попутных курсах чем больше сопротивление, тем больше тяга паруса, то на курсе бейдевинд важно по возможности снизить сопротивление (по аналогии с аэродинамикой крыла оно называется лобовым) и увеличить вторую составляющую аэродинамической силы — подъемную силу Y , направленную перпендикулярно направлению воздушного потока — вымпельного ветра.

Для таких условий работы прямой парус оказывается малоэффективным. Исследования парусов показали, что подъемная сила создается в основном за счет разрежения на подветренной поверхности, которое достигает своего максимума вблизи кромки паруса, обращенной к ветру. Помимо прочих факторов величина разрежения зависит от формы — профиля, который принимает парус, наполненный ветром, от расположения и глубины выпуклости или «пуза» паруса. Поэтому наибольшее распространение на спортивных и прогулочных судах приобрели косые паруса, которые устанавливаются одной из своих боковых кромок — передней шкаториной — к ветру. Этой шкаторине придается прямолинейность при помощи мачты или штага; парус же выкраивается с выпуклым профилем, имеющим глубину «пуза» от 6 до 12% его хорды.

Косые паруса эффективно работают под малыми углами атаки к вымпельному ветру — 5 – 8° , благодаря чему суда, имеющие специально рассчитанные для плавания под парусами обводы, могут идти в бейдевинд под углом 30 – 35° к направлению истинного ветра и продвигаться против ветра в лавировку — галсамн.

На рис. 30 показана упрощенная схема сил, действующих на косой парус и основные угловые параметры движения судна, идущего в бейдевинд. Из схемы видно, что сила тяги T оказывается намного меньше боковой силы D , называемой силой дрейфа, так как она вызывает перемещение судна — дрейф его в подветренную сторону. Следовательно, для того чтобы парусник эффективно продвигался в сторону ветра, он должен иметь достаточно большое сопротивление дрейфу и по возможности малое сопротивление в направлении движения.

Первое из этих качеств достигается благодаря применению килевых обводов с развитой боковой поверхностью или же эффективных профилированных килей-

плавников, являющихся гидродинамическими крыльями малого удлинения. Поскольку судно движется под углом дрейфа относительно его диаметральной плоскости, на таком плавнике создается гидродинамическая сила, направленная в наветренную сторону, т. е. против силы дрейфа, действующей на паруса. При установившемся движении обе силы D должны быть равны по величине и располагаться в одной вертикальной плоскости.

Обратимся теперь к рис. 31, на котором представлена несколько упрощенная пространственная картина действия основных сил на паруса и корпус яхты. Считается, что аэродинамическая сила приложена к парусам в условном центре парусности (ЦП), за который в предварительных расчетах принимается геометрический центр тяжести парусов, поставленных в ДП судна. Для треугольного паруса ЦП является точкой пересечения двух медиан, т. е. аэродинамическая сила и ее составляющая D приложены достаточно высоко над ватерлинией. Сила сопротивления дрейфу R_D подобным же образом считается приложенной в центре бокового сопротивления (ЦБС), за который принимается геометрический центр тяжести боковой проекции подводной части ДП судна с килем и рулем. В зависимости от обводов подводной части ЦБС оказывается расположенным на глубине 15—25 % осадки яхты. Таким образом, сила дрейфа D и сила сопротивления дрейфу R_D оказываются приложенными на до-

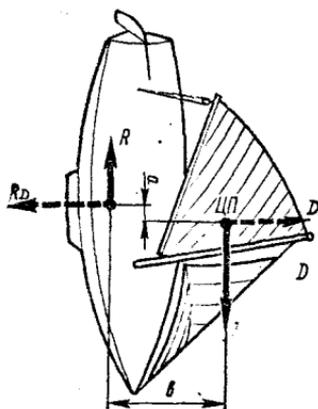
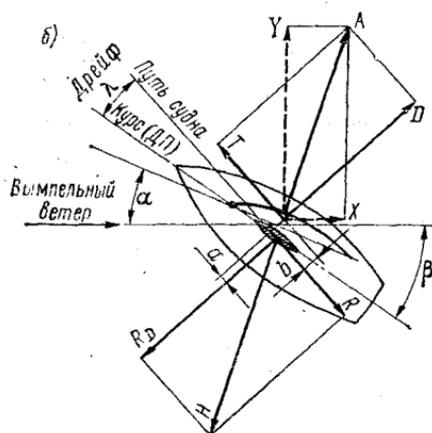
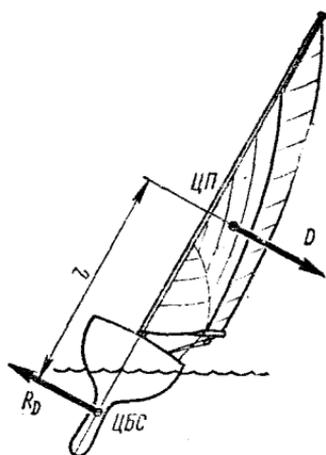
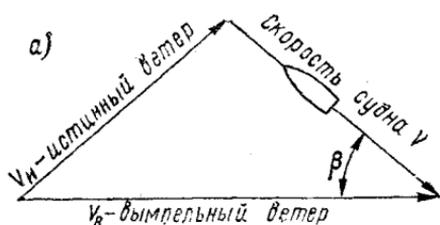


Рис. 30. Вымпельный ветер (а) и силы, действующие на паруса и корпус яхты на курсе бейдевинд (б).

Рис. 31. Кренящий и приводящий к ветру моменты сил.

вольно большом плече l и образуют кренящий момент $M = D \cdot l$. Следствием этого является неизбежный крен, с которым происходит движение парусных судов на острых курсах к ветру. Величина этого крена зависит от остойчивости судна, а для его уменьшения яхту снабжают тяжелым (от 30 до 60 % водоизмещения) балластным фальшкилем или откренивают, если речь идет о легком швертботе или шлюпке.

Гораздо меньший дифференцирующий на нос момент создает пара сил тяги T и сопротивления воды движению яхты R , которая также уравнивается восстанавливающим моментом продольной остойчивости судна. Гораздо более существенное влияние на управляемость судна оказывает другой момент этих сил, действующий в горизонтальной плоскости и возникающий вследствие того, что сила T смещается при крене в сторону наклоненного борта. Момент сил T и R ($M_{\text{пр}} = T \cdot b$) стремится повернуть судно носом против ветра (или привести его к ветру, как говорят яхтсмены). Противодействовать этому можно при помощи руля, но конструкторы стараются создать компенсирующий момент за счет сил D и R_D , вынеся ЦП вперед от ЦБС на небольшую величину a . В зависимости от обводов судна, типа оснастки и парусов эта величина составляет от 5 до 20 % длины судна по ватерлинии. Большая цифра относится к современным спортивным яхтам, имеющим глубокий плавниковый киль и руль и оснащенным высокими узкими парусами бермудского типа; меньшая — к судам типа старинных шхун с прямой длинной линией киля и широкими гафельными парусами. Многие зависит и от остойчивости судна: чем она меньше, тем больший крен на ходу получает яхта, тем дальше на борт смещается сила T и тем больше необходимо разнести ЦП и ЦБС. При чрезмерном носовом расположении ЦП относительно ЦБС яхта получает тенденцию уваливаться под ветер — отворачивать форштевень от ветра. В этом случае приходится переключать руль на ветер, вследствие чего скорость яхты может заметно снизиться (так же, как и в случае недостаточного опережения ЦП перед ЦБС, когда руль отклоняют в подветренную сторону).

Подводя итог, можно сформулировать основные требования, которым должно удовлетворять судно, предназначенное для плавания острыми курсами к ветру:

1. Оно должно быть достаточно остойчивым, чтобы не получать в свежий ветер чрезмерного крена;
2. Судно следует оснастить эффективными парусами, способными развивать достаточную аэродинамическую силу на малых углах атаки к вымпельному ветру;
3. Судно должно иметь эффективный киль для сопротивления дрейфу;
4. Оно должно быть хорошо отцентровано для обеспечения устойчивости на курсе.

Еще одна особенность парусных судов — это непостоянство величины силы тяги, которая зависит от скорости ветра. Поэтому режим эксплуатации парусника изменяется в широких пределах — от водоизмещающего плавания с минимальной скоростью до глиссирования (при благоприятных условиях) на гребне волны. С расчетом на весь этот диапазон или же на какую-либо часть его — в зависимости от преобладающих ветровых условий в районе плавания — и проектируют обводы корпуса, выбирают ту или иную площадь парусности и остойчивость судна. Как правило, мощности, развиваемой парусами, оказывается достаточно для достижения максимальной скорости $Fg = 0,5$ или $V = 3\sqrt{L}$ уз, где L — длина яхты по ватерлинии, м.

Конструктивные типы парусных судов. В зависимости от того, каким образом обеспечиваются боковое сопротивление дрейфу и остойчивость судна, необходимые для плавания под парусами, различают несколько основных конструктивных типов парусных лодок и яхт.

Килевая яхта имеет киль — глубокий плавник, создающий значительное боковое сопротивление. К нижней части этого плавника крепится чугунный или свинцовый груз, называемый балластным килем или фальшкилем. Киль может быть образован обводами корпуса и составлять с ним одно целое либо выполнен в виде отдельного плавника, имеющего в поперечных сечениях симметричный авиационный профиль, или бульбкия (вертикальный лист с тяжелой отливкой внизу).

Чем яснее выделен из корпуса яхты киль и больше его удлинение, тем эффективнее он противодействует дрейфу, тем относительно меньше может быть

принята его площадь. При длинной килевой линии площадь ДП может составлять 1/5 площади парусности S ; при нормальных яхтенных обводах — 1/7 S ; при плавниковом киле — 1/12 S . На современных спортивных яхтах применяют преимущественно плавниковые профилированные кили, напоминающие авиационные крылья малого удлинения (рис. 32). Форма, профиль и размеры плавника выбираются с учетом того, чтобы киль развивал максимальную подъемную силу на малых углах атаки — 3—5°, соответствующих углу дрейфа современных яхт. Для реальных скоростей, с которыми плавают парусники, оптимальны кили с относительной толщиной $t/b = 0,09 \div 0,12$ (t — толщина сечения кила, b — хорда профиля).

Максимальная толщина профиля должна располагаться на расстоянии от 30 до 40 % хорды от передней кромки профиля кила. Хорошими качествами обладает также профиль NACA 664-0 с максимальной толщиной, расположенной на расстоянии 50 % хорды от носика (табл. 7).

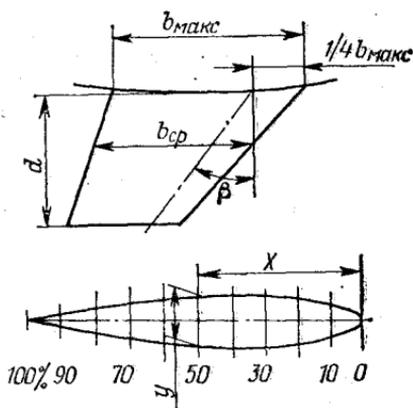


Рис. 32. Профилированный киль-плавник яхты (см. табл. 7).

d/b_{cp} — геометрическое удлинение кила.

Таблица 7. Ординаты рекомендуемых профилей сечений яхтенных килей и швертов (см. рис. 32)

Профиль; относительная толщина t/b	Отстояние от носика x , % b					
	2,5	5	10	20	30	40
	Ординаты y , % b					
NACA-66; 0,05	2,18	2,96	3,90	4,78	5,00	4,83
Профиль для швертов; 0,04	2,00	2,60	3,50	4,20	4,40	4,26
Киль яхты NACA-664-0; 0,12	—	3,40	5,28	8,72	10,74	11,85
Профиль; относительная толщина t/b	Отстояние от носика x , % b					
	50	60	70	80	90	100
	Ординаты y , % b					
NACA-66; 0,05	4,41	3,80	3,05	2,19	1,21	0,11
Профиль для швертов; 0,04	3,88	3,34	2,68	1,92	1,06	0,10
Киль яхты NACA-664-0; 0,12	12,00	10,94	8,35	4,99	2,59	0

Удлинение килей современных килевых яхт составляет от 1 до 3, рулей — до 4. Чаще всего киль имеет вид трапеции с наклонной передней кромкой, причем угол наклона оказывает определенное влияние на величину подъемной силы и лобового сопротивления кила. При удлинении кила около $\lambda = 0,6$ может быть допущен наклон передней кромки до 50°; при $\lambda = 1$ — около 20°; при $\lambda > 1,5$ оптимален киль с вертикальной передней кромкой.

Суммарная площадь киля и руля для эффективного противодействия дрейфу принимается обычно равной от 1/25 и 1/17 площади основных парусов. Руль, как правило, устанавливается отдельно от киля и эффективно участвует в создании силы сопротивления дрейфу, являясь тем же профилированным крылом с небольшой площадью.

Масса балластного фальшкиля составляет от 25 до 40 % водоизмещения судна, благодаря чему центр тяжести яхты оказывается расположенным достаточно низко (чаще всего — под ватерлинией или слегка выше ее). Остойчивость килевой яхты всегда положительна и достигает максимума при крене около 90°, когда паруса уже лежат на воде. Разумеется, в этом случае судно останется на плаву, если оно имеет надежные закрытия всех палубных отверстий и самоотливной кокпит, не сообщающийся с основным помещением.

Килевые яхты имеют большую осадку и предназначены для плавания на морях и озерах с глубокой водой и сильными ветрами.

Швертбот — легкое парусное судно, используемое на мелководье. Боковое сопротивление обеспечивается благодаря шверту — плоскому или профилированному тонкому килю, который для уменьшения осадки убирается внутрь корпуса в специальный колодец, установленный в ДП. Масса шверта, даже если он изготовлен из стали, невелика и практически не оказывает существенного влияния на остойчивость лодки. Остойчивость швертботов обычно обеспечивается за счет увеличения ширины корпуса, причем чем меньше судно, тем относительно более широким должен быть корпус. Кроме того, уменьшить крен активно помогает экипаж лодки, располагаясь на палубе или даже откидываясь за борт с помощью трапеции — подвески с поясом, крепящейся к мачте на длинном стальном тросике. При крене порядка 60—80° сила плавучести и сила веса швертбота оказываются расположенными на одной вертикали — наступает момент неустойчивого равновесия. Достаточно небольшого порыва ветра или удара волны, чтобы положить лодку парусами на борт. Поэтому мореходность швертбота ограничена и плавание на нем допускается лишь вблизи берегов и на сравнительно закрытых от ветра и волны акваториях.

Наибольшее распространение получили вращающиеся шверты секторного типа, мечевидные, L-образные, а также втыкающиеся в колодец кинжальные (рис. 33). Вращающиеся шверты удобнее втыкающихся, так как они при посадке на мель не так сильно нагружают конструкцию корпуса. В то же время для них требуется колодец больших размеров, загромождающий кокпит лодки. Втыкающиеся шверты применяют в основном на самых малых парусных лодках.

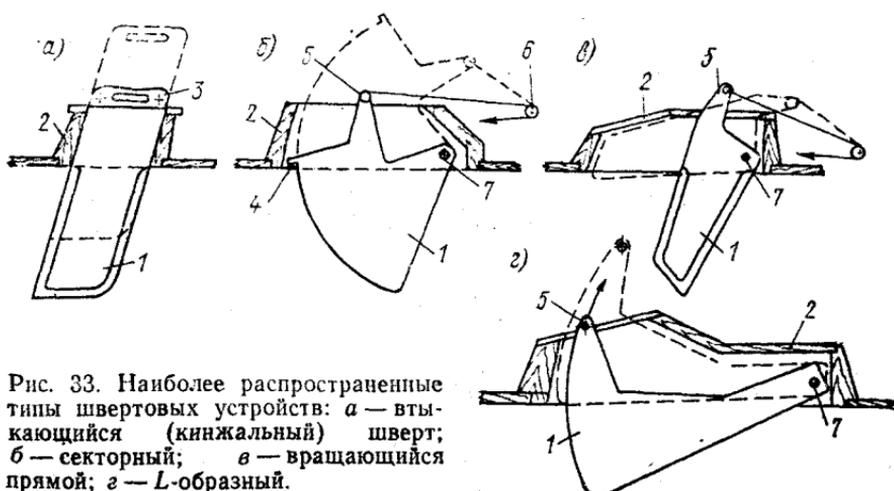


Рис. 33. Наиболее распространенные типы швертовых устройств: а — втыкающийся (кинжальный) шверт; б — секторный; в — вращающийся прямой; г — L-образный.

1 — шверт; 2 — колодец; 3 — ограничитель осадки на шверте; 4 — упор-ограничитель; 5 — выступ для крепления талей; 6 — шверт-тали; 7 — ось вращения.

Узкие и длинные (удлинение λ до 4) мечевидные и книжальные шверты, как правило, выполняются профилированными с относительной толщиной $t/b = 0,05 \div 0,08$ (на гоночных лодках — 0,044—0,05). Шверты других типов вырезают из металлического листа.

Площадь профилированного шверта, имеющего повышенную эффективность в создании боковой силы сопротивления дрейфу, принимается обычно равной $1/25—1/30$ площади парусности S . Если шверт секторный или L -образный, его площадь должна быть не менее $1/20S$.

Чтобы повысить остойчивость при сохранении малой осадки, иногда строят яхты с тяжелыми швертами («падающими кильями»). Такой шверт представляет собой полую сварную коробку из металлических листов, заполненную внутри балластом. Колодец для килля в этом случае выполняется по всей высоте корпуса — от днища до палубы. Киль, весящий 18—30 % водоизмещения яхты, вытягивается в колодец при помощи мощных талей, винтовых домкратов или гидравлических устройств. Тяжелые литые или вырезанные из толстого стального листа шверты применяют и для повышения остойчивости крейсеровских каютных швертботов.

Компромисс является промежуточным типом между килевой яхтой и швертботом (см. рис. 351). Благодаря увеличенной, по сравнению со швертботом, осадке и наличию балластного фальшкиля компромисс более остойчив, чем швертбот. В то же время для его плавания требуется акватория с меньшими глубинами, чем для килевой яхты. Швертовый колодец на компромиссе может размещаться полностью в фальшкиле и не загромождать каюту.

Компромиссы используются главным образом в районах, где имеются открытые водные пространства с сильными ветрами, но с малой глубиной, а также для комбинированного плавания, когда в одном плавании приходится и проходить реку (канал, водохранилище), и выходить в море.

Многокорпусные суда — катамараны, тримараны и проа — составляют особую группу парусных судов. Общим для них является обеспечение поперечной остойчивости за счет силы поддержания, которая создается при крене на погружающемся в воду подветренном корпусе или поплавке. У катамарана водоизмещение распределено поровну между обоими корпусами. Уже при небольшом крене водоизмещение резко перераспределяется: сила плавуемости корпуса, погружающегося в воду, увеличивается. Когда другой корпус выходит из воды (при крене 8—15°), плечо остойчивости достигает максимальной величины — оно немного меньше половины расстояния между ДП корпусов. При дальнейшем увеличении крена катамаран ведет себя подобно швертботу, экипаж которого висит на трапезии. При крене 50—60° наступает момент неустойчивого равновесия, после чего остойчивость катамарана становится отрицательной — судно опрокидывается.

Катамаран имеет огромную начальную остойчивость, однако быстрое уменьшение восстанавливающего плеча после выхода наветренного корпуса из воды заставляет конструкторов предусматривать специальные меры, предотвращающие опрокидывание двухкорпусных судов — снабжать их автоматическими устройствами для отдачи шкотов по достижении определенного угла крена, легкими жесткими или надувными поплавками на топах мачт и т. п.

На тримаране суммарный объем боковых поплавков составляет обычно 75—100 % водоизмещения, поэтому максимальная остойчивость у этого типа судов достигается в момент полного погружения подветренного поплавка в воду. На стоянке и на ходу без крена поплавок не касаются поверхности воды.

Преимущества многокорпусных судов перед обычными яхтами и швертботами обуславливаются их узкими и длинными корпусами. Отношение длины корпуса к ширине на катамаране составляет от 10 до 20; средний корпус быстроходного тримарана имеет $L/B = 8 \div 11$, а поплавок — $14 \div 18$. Благодаря этому, а также отсутствию тяжелого фальшкиля многокорпусные суда испытывают меньшее сопротивление воды движению и могут развивать значительно более высокие скорости (до 20 уз и выше), чем однокорпусные яхты. Кроме того, при небольшом угле дрейфа на узких и длинных корпусах развивается боковая сила сопротивления дрейфу такой величины, что целесообразно отказаться от применения швертов. Таким образом, многокорпусное судно может эксплуатироваться при меньшей глубине на акватории, чем килевая яхта или компромисс.

Характеристика паруса как движителя. Основным типом паруса, которым сейчас оснащаются прогулочные, туристские и спортивные суда, является бермудский. Этот парус имеет высокие аэродинамические качества на острых курсах к ветру, прост в постановке и управлении. К его недостаткам относят сравнительно большую высоту мачты, а также скручивание паруса по высоте, проявляющееся в различии значений угла атаки его нижней и верхней части.

Подавляющее большинство малых парусных судов оснащается шлюпом — одномачтовым вооружением с двумя парусами — гротом и стакселем. Передней шкаториной грот крепится к мачте посредством ликпаза — продольной выемки в виде желоба, в который входит ликтрос, или при помощи ползунок, скользящих по рельсу, закрепленному вдоль мачты. Нижняя шкаторина чаще всего крепится такими же способами к гюку. Стаксель присоединяется к штагу посредством ракс-карабинов или же его передняя шкаторина заводится в ликпаз обтекателя штага.

Площадь основного стакселя, который ставится в средний ветер, составляет от 30 до 40 % общей площади парусности. В слабый ветер этот стаксель заменяют генуэзским с большей площадью, а в свежий — ставят сменные штормовые паруса, имеющие меньшую площадь и сшитые из прочной ткани.

Стаксель играет важную роль в создании силы тяги. Во-первых, он не имеет по передней шкаторине такого источника завихрений, как мачта, которая отрицательно влияет на работу грота. Во-вторых, благодаря ускорению потока воздуха в щели между стакселем и гротом увеличивается разрежение на подветренной стороне грота и претовращается образование здесь завихрений. В связи с этим в последние годы конструкторы яхт стараются как можно больше увеличить площадь стакселя, тем самым распространяя его влияние по всей высоте грота. Часто применяется оснастка с топовым стакселем, фал которого проводится на топ мачты. Традиционный тип оснастки с проводкой штага на верхней четверть мачты получил название вооружения «3/4» или «7/8» в зависимости от положения точки крепления штага на мачте.

Современная теория косого паруса основывается на положениях аэродинамики крыла. Если рассматривать движение яхты острыми курсами к ветру, то эффективность паруса как движителя зависит от тех же параметров, что и эффективность жесткого крыла в создании подъемной силы:

- площади поверхности паруса;
- профиля его поперечного сечения;
- аэродинамического удлинения и формы контура паруса;
- угла установки паруса по отношению к вымпельному ветру;
- скорости вымпельного ветра.

При изготовлении парусам придает правильный выпукло-вогнутый профиль поперечного сечения по всей высоте (рис. 34), называемый яхтсменами «пузом». Такой парус хорошо работает при малых углах атаки, обтекание его происходит плавно, без срыва вихрей на подветренной стороне. Благодаря выпуклости поток воздуха получает здесь дополнительное ускорение, что сопровождается понижением давления и ростом подъемной силы. Относительная величина «пуза», т. е. отношение стрелки вогнутости f к хорде паруса b , оказывает существенное влияние на аэродинамические силы, действующие на паруса и, следовательно, на тягу и силу дрейфа.

При обтекании плоского паруса на его подветренной стороне образуются вихри и срывы струй, на что затрачивается энергия ветра, а условия для создания пониженного давления здесь ухудшаются. Поэтому плоский парус имеет гораздо более низкие тяговые характеристики, чем «пузатый». В то же время при увеличении пуза возрастает и лобовое сопротивление паруса, что ограничивает его рациональную величину значениями $f/b = 1/8 \div 1/10$. Кроме того, приходится считать и с силой дрейфа, которая при увеличении пуза возрастает в гораздо большей степени, чем сила тяги. Поэтому паруса с $f/b = 1/10$ применяют лишь в слабые ветра, когда абсолютная величина силы дрейфа невелика. Такие паруса используют также в качестве дополнительных на полных курсах, начиная от галфвинда, когда подъемная сила дает наибольшую составляющую на направленные движения (см. рис. 30). В качестве же основных парусов для средних ветров (3—4 балла) применяют более плоские паруса ($f/b = 1/12$); для сильных ветров оптимальны паруса с пузом $1/17—1/20$. В свежий ветер судно с более плос-

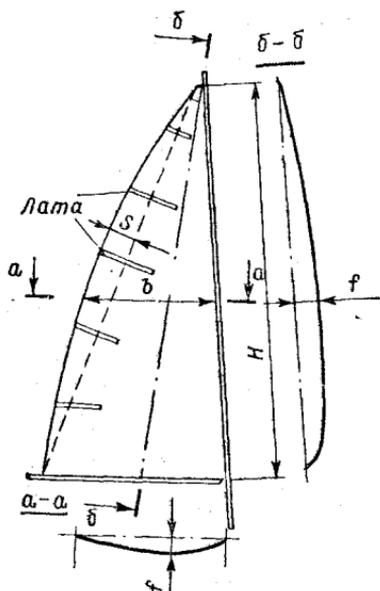
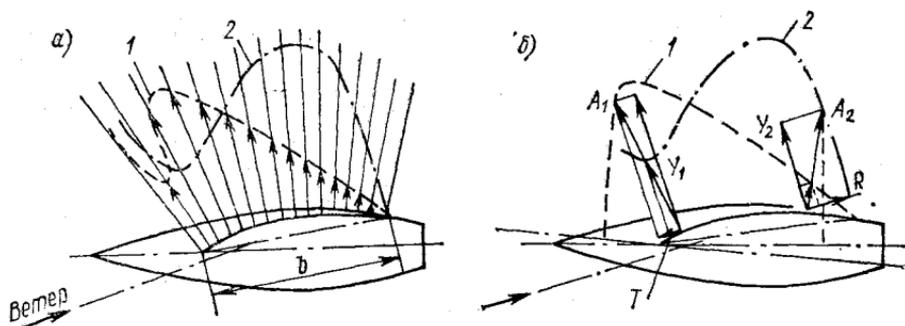


Рис. 34. Профиль бермудского паруса-грота.
 b — хорда паруса; f — пузо; H — высота паруса
 s — серп.

Рис. 35. Эффект распределения разрежения на подветренной стороне паруса на результирующую аэродинамическую силу A : a — энтура распределения разрежения; b — результирующая сила на парусе.

1 — парус с максимальным пузом, расположенным на расстоянии $0,40 b$ от передней шкаторины; 2 — парус с пузом, расположенным на расстоянии $0,60 b$ от передней шкаторины.

Y_1 и Y_2 — подъемная сила; T и R — проекции силы A на направление ветра.



ским парусом идет круче к ветру, с меньшим креном и дрейфом, чем оснащенное пузатым парусом.

Кроме величины пуза, большее влияние на тяговые характеристики паруса оказывает расположение максимальной выпуклости профиля относительно передней шкаторины. На рис. 35 показано распределение разрежения на подветренной стороне жесткой модели паруса с пузом $f/b = 0,188$ при отстоянии максимального пуза на 40 и 60 % хорды от передней кромки при угле атаки 15° . Нетрудно сделать вывод о том, что в создании движущей силы главную роль играет передняя часть паруса. Именно здесь концентрируется разрежение у паруса с пузом, расположенным в 40 % b от передней шкаторины. У второго паруса (максимальное пузо расположено в 60 % b от передней шкаторины) область разрежения охватывает в основном заднюю часть профиля, вследствие чего увеличивается составляющая давления R , направленная против движения яхты. Таким образом, при смещении пуза к задней шкаторине эффективность паруса снижается как вследствие падения подъемной силы, так и роста сил сопротивления. Лавировочные паруса поэтому шьют с максимальной глубиной пуза, расположенной на расстоянии от 35—40 % хорды для плоских парусов до 40—50 % хорды для более полных, рассчитанных на слабые ветра.

Особенно недопустим такой дефект парусов, как слишком тугая и заворачивающаяся в наветренную сторону задняя шкаторина, на которой образуются тор-

мозаичные движение лодки силы. Поэтому для поддержания задней части паруса используют плоские гибкие линейки — латы.

В верхней части паруса и у гика образуются потоки воздуха, перетекающего с наветренной стороны на подветренную — в область разрежения. Вследствие этого образуются вихри, срывающиеся с кромок паруса. Эти возмущения потока требуют затрат кинетической энергии ветра, которые выражаются в росте общего аэродинамического сопротивления судна в виде составляющей индуктивного сопротивления.

Очевидно, что наибольшим индуктивным сопротивлением обладает четырехугольный гафельный парус, у которого перетекание воздуха происходит по широкой верхней и нижней шкаторинам. Чем больше длина этих шкаторин по отношению к высоте паруса (следовательно, меньше удлинение паруса, тем больше потери энергии ветра на завихрения и меньше тяга паруса. Поэтому, для того чтобы развить достаточную тягу на острых курсах, парус должен иметь аэродинамическое удлинение в пределах $\lambda = 4 \div 5$ (см. рис. 34). Кроме того, индуктивное сопротивление меньше у паруса, контур которого в верхней части близок к очертанию полуэллипса.

Следует, однако, иметь в виду, что на высоком парусе точка приложения аэродинамических сил располагается довольно высоко и создается большой кренящий момент на единицу площади, чем у низкого паруса. Поэтому удлинение парусов выбирают в соответствии с остойчивостью судна: чем она выше, тем более высокая парусность может быть применена на яхте. Если же парус используется в основном при попутных ветрах, то требуется, чтобы он создавал большое сопротивление набегающему потоку воздуха. Иными словами, форма его должна быть плохо обтекаемой. Низкий широкий парус в этом случае дает наибольшую тягу при умеренном кренящем моменте. Такой парус может иметь четырехугольную трапециевидную форму с рейком и гафелем.

Большое влияние на аэродинамические качества грота оказывает мачта, которая является источником образования вихрей, попадающих как на наветренную, так и на подветренную стороны паруса. Особенно неблагоприятно это сказывается на подветренной стороне, где вихревой след мачты уменьшает разрежение; вследствие этого величина подъемной силы падает. Кроме того, и сама мачта обладает довольно большим лобовым сопротивлением. Мачта с большим поперечным сечением может снизить подъемную силу паруса на 25 % по сравнению с парусом, поставленным на штаге.

Большую роль играет форма поперечного сечения мачты. Важно, чтобы на курсе бейдевинд, когда судно идет под углом $25-30^\circ$ к направлению вымпельного ветра, вихревая дорожка, срывающаяся с подветренной стороны мачты, имела минимальную ширину. Наибольшее распространение на парусных судах получили мачты овального поперечного сечения с соотношением размера по ДП к размеру по траверзу около 3:2. Каплевидные и другие типы обтекаемых профилей целесообразны только в том случае, если мачта вращается для установки под наименее выгодным углом к вымпельному ветру при перемене галса. Такими мачтами снабжаются обычно буера и катамараны.

От угла установки паруса по отношению к вымпельному ветру зависит режим обтекания его подветренной стороны, величина разрежения и подъемной силы. Опыты показывают, что при определенном угле атаки происходит отрыв пограничного слоя от подветренной поверхности паруса, а при дальнейшем увеличении α , т. е. выбирании шкотов, здесь образуется обширная вихревая полость. Это сопровождается падением разрежения и его перераспределением вдоль хорды паруса; в итоге подъемная сила паруса резко падает, а лобовое сопротивление возрастает.

Величина критического угла атаки, при котором подъемная сила начинает падать, зависит от глубины f профиля и аэродинамического удлинения λ паруса, размеров сечения мачты или диаметра штага. Чем более пузат парус и чем больше его удлинение, тем при меньшем угле атаки происходит срыв потока. В слабый ветер поток срывается с паруса при меньших углах атаки, чем в сильный; такой же эффект дает наличие мачты. При постановке стакселя перед гротом благодаря повышенной скорости воздушного потока в зазоре между парусами срыв потока с грота происходит при больших углах атаки, парус можно выбрать сильнее без ущерба для его подъемной силы. Опыт показывает, что для бермудских

парусов средней полноты наивыгоднейшие углы атаки на полных курсах вплоть до бакштага находятся в пределах 6—10°; на острых курсах, они уменьшаются до 5—8°. При увеличении угла атаки сверх критического подъемная сила падает при одновременном росте лобового сопротивления. При $\alpha = 90^\circ$ подъемная сила на парусе не возникает; он обладает только лобовым сопротивлением.

При выборе шкотов удается контролировать угол атаки только нижней трети паруса, а в верхней — ткань может отклоняться под ветер, уменьшая тем самым угол атаки. Если не предусмотреть специальных средств, то разность в углах атаки между нижней и верхней частью паруса может достигать 20°. А так как парус выбирают, ориентируясь на поведение его верхней части (пока не перестанет заполаскивать ткань у передней шкаторины), то нижняя часть чаще всего оказывается работающей с избыточным углом атаки. Здесь может происходить срыв потока с соответствующим падением подъемной силы. Следовательно, тяга скрученного паруса оказывается меньше, чем если бы каждое его сечение по высоте работало с оптимальным углом атаки.

Для уменьшения скручивания паруса применяют оттяжки гика, препятствующие задиранию нока гика вверх, а также проводку гика-шкота с одним или двумя поперечными погонами, простирающимися по всей ширине яхты. При смещении ползуна гика-шкота к борту тяга шкотов становится почти вертикальной, благодаря чему удается держать заднюю шкаторину паруса на острых курсах более тугой. С этой же целью на стакселях применяют дополнительные оттяжки шкотов и регулируемые кныпи.

Было бы ошибкой думать, что парус вообще не должен иметь скручивания, т. е. чтобы по всей его высоте поперечные сечения были повернуты на один и тот же угол. Известно, что по мере увеличения высоты над уровнем воды скорость ветра повышается. Это явление вызвано силами трения воздуха о воду, затормаживающими поток вблизи ее поверхности. Например, на высоте 10 м над уровнем воды скорость ветра в 1,4 раза превышает его скорость на уровне 2 м. Построив треугольник скоростей для различных сечений паруса по высоте, можно убедиться, что в верхней части на парус действует ветер большей скорости и направленный под большим углом к ДП судна, чем на уровне гика. В зависимости от высоты парусности и скорости ветра эта разность в углах получается от 3—5° на курсе бейдевинд и до 10—12° на курсе бакштаг. Следовательно, скручивание паруса в небольших пределах не только допустимо, но и способствует более эффективной его работе.

Поляра паруса. Характеристикой аэродинамических качеств паруса является поляра — график изменения подъемной силы в зависимости от лобового сопротивления и угла атаки (рис. 36). Для того чтобы поляру можно было применить к парусу любых размеров, по осям координат откладывают не значения сил, а безразмерные коэффициенты подъемной силы

$$C_y = \frac{Y}{0,5\rho \cdot v^2 \cdot S}$$

и лобового сопротивления

$$C_x = \frac{X}{0,5\rho \cdot v^2 \cdot S}.$$

Данные для построения поляры получают в результате продувок моделей парусов в аэродинамических трубах.

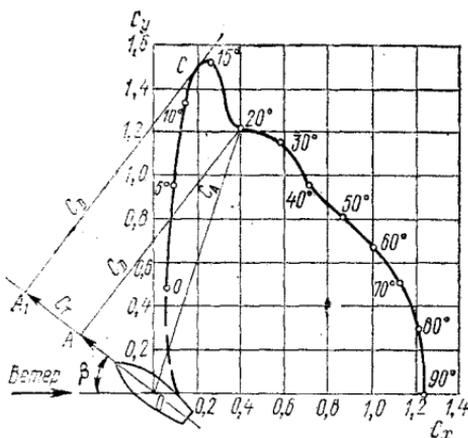


Рис. 36. Поляра паруса.

С помощью полярны, помимо величин поддежной силы и лобового сопротивления, можно определить и их составляющие — силу тяги T и дрейфа D . Опустив, например, из точки полярны, соответствующей углу атаки $\alpha = 20^\circ$, перпендикуляр на ось движения яхты, можно найти коэффициент силы тяги C_T как отрезок прямой OA . Длина самого перпендикуляра является коэффициентом силы дрейфа C_D .

Полярна паруса позволяет определить наивыгоднейший угол установки паруса на данном курсе по отношению к ветру, т. е. таким образом, чтобы сила тяги имела максимальную величину. Для этого необходимо, чтобы перпендикуляр к оси движения яхты одновременно являлся касательной к полярне (на рис. 36 наивыгоднейший угол атаки паруса равен около 14° — точка касания C на полярне).

Глава 2

ВЫБОР ПРОЕКТА ДЛЯ ПОСТРОЙКИ

§ 1. Назначение и условия использования малых судов

Выбирая проект лодки для самостоятельной постройки, судостроитель-любитель должен достаточно четко представить себе назначение и условия использования будущего судна. Правильно составленные требования, которым должна удовлетворять лодка, предотвратят непроизводительные затраты труда (материалов) и, возможно, чувство разочарования.

Для начала о назначении лодки. Пожалуй, приведенная ниже классификация судов личного пользования по назначению охватывает все возможные цели, которые ставит перед собой владелец той или иной лодки:

- прогулки и туризм выходного дня;
- рыбная ловля и охота;
- дальние туристские плавания;
- спортивный туризм;
- хозяйственные разъезды;
- жизнь на борту.

Конечно, почти для любой из этих целей можно использовать любое имеющееся судно. Например, на гребной открытой лодке можно отправиться в месячное путешествие по реке или же ловить рыбу на озере, возить дрова и сено и т. п. Но, бесспорно, судно, построенное специально для каждой из этих целей, окажется гораздо более удобным, безопасным и экономичным.

Важно еще уяснить все дополнительные условия, которым должно отвечать судно. Например, городскому жителю может потребоваться рыболовная лодка, которая должна доставить в сравнительно короткий срок своего владельца за несколько десятков километров в богатые рыбой места; любитель путешествий вспомнит о том, что на предполагаемых маршрутах плаваний заправиться бензином возможно будет только через две-три сотни километров, а человеку, рассчитывающему получить спортивный разряд по водно-моторному туризму, придется преодолевать беспокойную акваторию большого водохранилища. Имеют значение эксплуатационные расходы на горючее, стоянку лодки, ее подъем на берег и спуск на воду, ежегодный ремонт и т. п. Нужно определить уровень комфорта на борту, пассажироместимость, необходимую емкость топливных баков. Оценить гидрометеорологические условия в предполагаемом районе плавания, даже если собираешься строить простую гребную лодку: частоту повторяющихся непогод и высоту волн, глубину акватории, наличие причальных мест и т. п.

Все это позволит получить некоторые количественные критерии, по которым в дальнейшем можно выбрать главные размеры лодки, мощность двигателя, определить состав основного оборудования и снабжения. Рассмотрим несколько подробнее варианты различных типов судов при выполнении шести основных задач, которые были определены выше.

Прогулки и туризм выходного дня. Черты судна для этих целей в основном определяются ограниченным сроком пребывания на нем экипажа и необходимостью гарантировать возвращение на базу к концу выходного дня. Если плавание предполагается на сравнительно небольшие расстояния, например на озерах или небольших реках, то заводить быстроходное судно нет смысла. Гораздо больше удовольствия от пребывания на воде можно получить на простой гребной лодке, особенно если снабдить ее парусом и швертом. Неторопливое и бесшумное движение продлит общение с природой, а парус при хорошем ветре позволит сэкономить силы и придаст прогулке остроту ощущений. Не приходится говорить и о большом оздоровительном эффекте гребли.

Обводы гребной или гребно-парусной лодки должны быть рассчитаны на движение в водоизмещающем режиме со скоростью 5—7 км/ч. Обычно такие лодки имеют заостренную в подводной части корму и транец, полностью выходящий из воды. Для легкости хода на веслах важно, чтобы по ватерлинии корпус не был слишком широким, а для устойчивости на курсе лодка должна быть снабжена кормовым плавником достаточной площади. В этом случае руль будет нужен лишь как развлечение для одного из пассажиров.

Выбирая прототип для постройки гребной лодки, нужно оценить его остойчивость. Одной из причин недостаточной остойчивости многих самодельных лодок является отсутствие развала бортов наружу. Благодаря развалу ширина действующей ватерлинии при крене быстро увеличивается, соответственно повышается поперечная метацентрическая высота (см. стр. 25). Кроме того, заливание лодки водой через борт происходит при большем угле крена, по сравнению с корпусом, у которого борта близки к вертикали. Хороший развал бортов — отличительная черта многих морских и озерных лодок народной постройки, славящихся своими мореходными качествами.

Другая причина недостаточной остойчивости гребных лодок — чрезмерно высокое расположение сидений, что обуславливает и высокое положение центра тяжести, особенно, если корпус лодки построен из легких материалов — фанеры, шпона, стеклопластика. Для удобства гребли необходимо, чтобы ноги гребца были почти вытянуты и упирались в надежный упор. Поэтому вполне достаточна высота сидений 150—200 мм от пайола.

Если собираются строить лодку с круглоскулыми обводами, то следует учитывать, что корпус с обводом миделя, близким к дуге окружности, будет валким, так как плечо остойчивости при увеличении крена изменяется незначительно (как при перекачивании бочки по воде). Лучше избрать корпус с миделем, имеющим ярко выраженные скулы и небольшую килеватость днища. К слову сказать, плоскодонные лодки, когда они грамотно построены, отнюдь не являются «дшегубками», как их нередко называют в народе. Причина большого числа неудачных лодок — в неправильном выборе ширины корпуса, слишком высоком надводном борте и расположении банок, отсутствии развала бортов и седловатости линии борта. Седловатость, т. е. повышение линии борта в носу и корме, необходима для обеспечения всхожести лодки на волну и сохранения минимальной высоты надводного борта при дифференте на нос или корму в случае неравномерного распределения пассажиров по банкам. Когда волна подкатывается под форштевень или транец, здесь требуется определенный запас надводного борта, чтобы погружившаяся часть корпуса обрела дополнительную плавучесть, способную поднять оконечности корпуса на гребень волны.

На рис. 37 показано нормальное расположение уключин и упора для ног относительно гребной банки. Это, так же как и нормальная длина весел, обеспечивает удобство и эффективность гребли. Важно, чтобы при гребке рукоятки весел находились на уровне груди и почти сходились вместе. Ножной упор желательно иметь регулируемым по росту гребца, тогда в работу включаются мышцы не только рук и туловища, но и ног.

Паруса на гребных лодках рекомендуется применять только простейшей конструкции: шпринтовые, рейковые, гуари. Удобно, если мачта не будет

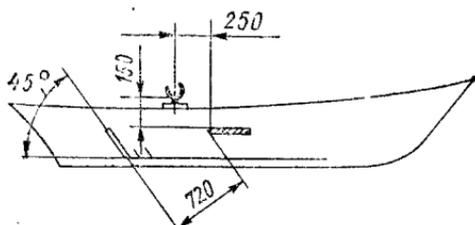


Рис. 37. Типовое расположение уключин и упора для ног на гребной шлюпке.

женя лодок чрезмерной парусностью. Как правило, мысль поставить парус приходит именно тогда, когда ветер достаточно силен и в состоянии опрокинуть перегруженную парусами лодку.

Для открытых гребных лодок с высотой надводного борта в грузу не менее 0,3 м, а также для лодок, имеющих хотя бы узкую палубу вдоль бортов, площадь парусов можно принять равной

$$S = 1,3L \cdot B \text{ м}^2,$$

где L и B — соответственно длина и ширина лодки по ватерлинии.

Если лодка слишком валкая или имеет меньшую высоту надводного борта, следует уменьшить площадь парусов до величины $S = L \cdot B$. Это же относится ко всем узким лодкам, у которых отношение длины к ширине $L/B > 3,5$.

В этой книге предлагаются три проекта гребных лодок, две из которых рекомендуются и в парусном варианте. Лодка скиф хороша для мелководных рек и небольших озер; построить ее может любой человек, имеющий навыки работы со столярным инструментом. Получивший широкое распространение в нашей стране фохан является универсальной лодкой для рек и озер; она легка на ходу и надежна, но несколько сложна в постройке и требует отбора качественного материала для обшивки и шпангоутов. Наконец лодка дорн рекомендуется для прибрежного плавания в крупных водохранилищах, устьях больших рек и на озерах, где можно встретить большую волну.

При желании любая гребная лодка может использоваться и с 2-сильным подвесным мотором «Салют»/«Спутник», под которым может быть достигнута скорость 8—10 км/ч. Ставить более мощный мотор не имеет смысла — на ходу лодка приобретает чрезмерный дифферент на корму, при котором плавание будет не безопасным как для водителя этой лодки, так и для других судов. Задрывшийся нос затрудняет обзор по курсу, лодка приобретает валкость и легко может быть залита накатившейся с кормы волной.

При навеске мотора на транец его следует сместить от ДП к борту примерно на половину диаметра гребного винта с тем, чтобы на винт не попадали завихрения, срывающиеся с кормового плавника.

На водохранилищах и озерах, плесах больших рек с открытыми берегами, где нет сильного течения, для воскресного отдыха могут использоваться и различные парусные лодки, начиная от 3—4-метрового швертбота типа публикуемого на стр. 367 «Трепанга» и кончая комфортабельной яхтой. Все зависит от метеоусловий и желаемого уровня комфорта на борту. Открытый швертбот, как и гребную лодку, конечно, нельзя отнести к комфортабельным судам, приходится устанавливать палатку на берегу. Однако при необходимости можно соорудить простейший тент на гик и располагаться на ночлег в лодке. Для такого варианта нужно предусмотреть достаточную ширину (не менее 0,55 м) между швертовым колодцем и бортами лодки и длину, на которой можно было бы расстелить матрац. В любом случае полезно иметь закрытый от брызг и дождя багажник для размещения снаряжения и припасов, а также место для палатки, которую рекомендуется закреплять к корпусу при помощи найтовов из прочного шнура.

При выборе размерений парусного судна нужно учитывать, что его скорость и мореходные качества зависят от длины по ватерлинии L и площади парусности S . Количественными критериями здесь могут служить отношение длины к во-

поддерживаться стоячим такелажем; это позволяет при внезапном усилении ветра просто отпустить шкот и тем самым привести парус во флюгерное положение; при котором он оказывает минимальное сопротивление ветру и не создает кренящего момента. Лодка в это время сможет дрейфовать кормой к ветру и сохранять свою управляемость; без опасности опрокинуть судно можно снять мачту с парусом и уложить ее в лодке.

Следует предостеречь от воору-

доизмещению или относительная длина $L/D^{1/3}$ отношение площади парусности к водоизмещению $S/D^{2/3}$ и к смоченной поверхности корпуса судна S/Ω . По их величине можно судить о ходовых качествах лодки под парусами и, определив нагрузку судна по количеству пассажиров, выбрать длину по ватерлинии и площадь парусности.

Относительная длина $L/D^{1/3}$ является одним из параметров, характеризующих волновое сопротивление воды движению судна и, косвенным образом, степень совершенства конструкции лодки. Для рассматриваемого типа парусных лодок ее значение обычно находится в пределах $L/D^{1/3} = 4,5 \div 5,2$; величина менее 4 свидетельствует о чрезмерной нагрузке лодки или слишком тяжелой ее конструкции; такие суда, как правило, тихходны.

Отношение S/Ω характеризует соотношение движущей силы и сопротивления воды на малых скоростях, когда преобладает сопротивление трения; отношение $S/D^{2/3}$ характеризует возможности судна развивать предельную скорость в свежий ветер. Для предварительной оценки энергооборуженности того или иного проекта можно воспользоваться графиками, приведенными на рис. 38.

Швертбот «Трепанг» вследствие своих малых размеров и ограниченного комфорта на борту пригоден, конечно, только для непродолжительных переходов и преимущественно в хорошую погоду. Поэтому более приемлемым вариантом парусника выходного дня для жителей умеренной полосы может быть прогулочнотуристский швертбот «Креветка» (рис. 39), чертежи которого опубликованы в предыдущих изданиях книги. Лодка рассчитана на экипаж из 2—3 человек и снабжена рубкой-убежищем, в которой можно расположиться на ночлег, разместить необходимое снаряжение. Дополнительное место можно оборудовать в кокпите. Непотопляемость обеспечивается воздушными отсеками большого объема, которые помогают поставить лодку на ровный киль в случае, если ее положит парусами на воду внезапный шквал, «прозванный» рулевым. Под парусами «Креветка» развивает хорошую скорость, идет круто к ветру, достаточно мореходна на волне. В штиль могут быть использованы нормальные распашные весла или же маломощный подвесной моторчик. Осадка с поднятым швертом составляет всего 0,2 м, что дает возможность подходить к берегу практически в любом месте. Благодаря малому весу (около 250 кг) можно вытащить швертбот на катках на берег при ухудшении погоды, а также перевозить его на трейлере за легковым автомобилем на любую акваторию, удаленную от места базирования.

Меньшие возможности в выборе маршрутов и пунктов захода предоставляют своему владельцу килевые яхты, для стоянок которых необходимы закрытые бухты или гавани с достаточной глубиной воды у причалов. В некоторой степени сочетать высокие мореходные качества килевых яхт с проходимостью швертботов удается в вариантах компромиссов, один из которых («Каравелла», см. стр. 392) является идеальной лодкой выходного дня для жителей городов, расположенных на берегах морей и крупных водохранилищ (типа днепровских и волжских).

Отдых под парусами помимо своей экономичности (не требуется больших затрат на приобретение бензина) особенно привлекателен для горожан: нетрон-

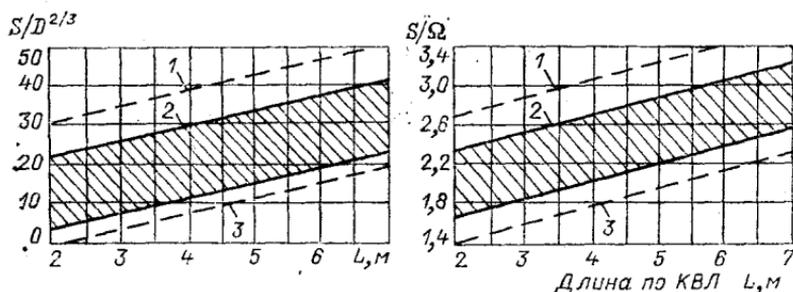


Рис. 38. Графики для предварительной оценки площади парусности S яхты по величине ее водоизмещения D и смоченной поверхности Ω (швертботы и малые яхты).

1 — максимальные пределы для площади парусности; 2 — область рекомендуемых значений S ; 3 — минимальное значение парусности для тихходных лодок.

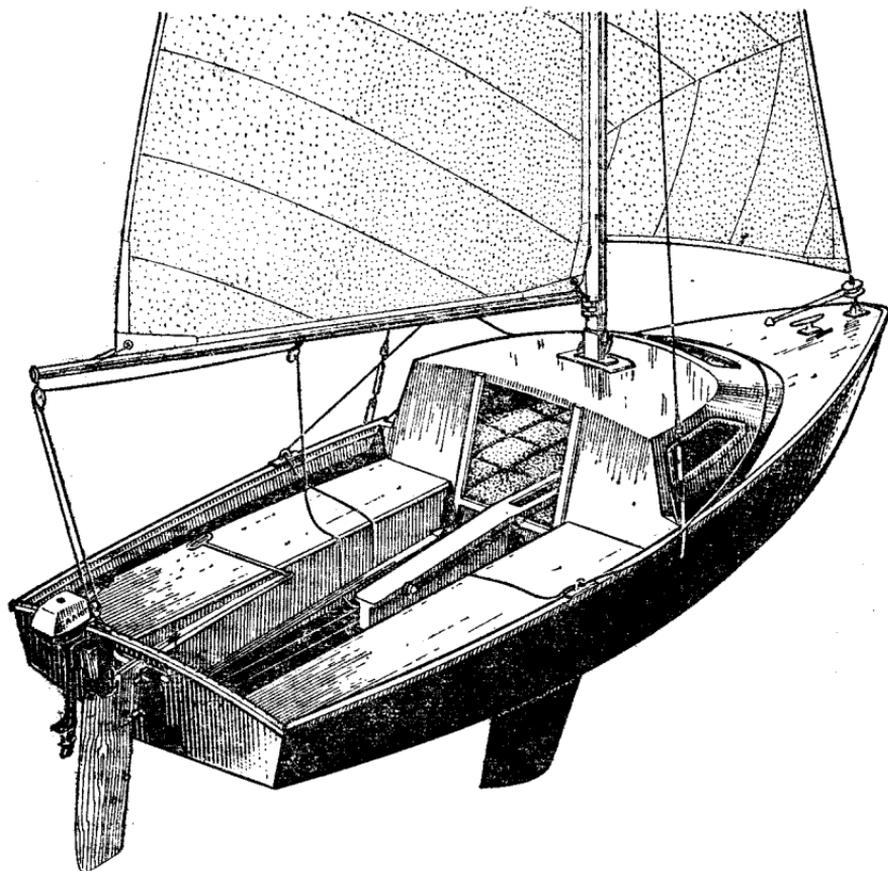


Рис. 39. Прогулочно-туристский швертбот «Креветка».

Длина наибольшая — 4,8 м; длина по КВЛ — 4,42 м; ширина — 1,72 м; высота борта на миделе — 0,65 м; осадка корпуса — 0,2 м; осадка со швертом — 1,20 м; водоизмещение — 450 кг; площадь парусности — 13,5 м².

ливое плавание без треска мотора и запаха бензина — лучший способ снять утомление от уличного шума и суеты, а работа на шкотах представляет собой хотя и не обременительную, но все же заметную физическую нагрузку. Да и сам процесс управления парусной лодкой доставляет удовольствие каждому человеку.

В этом отношении моторные лодки и катера можно, скорее, отнести к транспортным средствам типа легкового автомобиля, служащим для доставки к месту отдыха за 100—120 км от места базирования. Отдавать предпочтение лодке перед наземным транспортом (заметим, что электричка или пригородный автобус оказываются более дешевым средством передвижения, чем моторная лодка) заставляет возможность непосредственного общения с природой уже в процессе самого перехода к месту отдыха, а также возможность проникать в притоки, на острова и берега, куда доступ сухопутным путем затруднен.

При выборе проекта мотолодки следует учитывать несколько факторов. Прежде всего — расход горючего на каждый пройденный километр, обычно составляющий от 0,3 до 0,5 л, и число лошадиных сил мощности двигателя, необходимое для вывода лодки на глиссирование. Обычно требуется на каждые 25 кг массы лодки 1 л. с.; только в лучших конструкциях удается это соотношение увеличить до 30—35 кг/л. с. Отсюда следует, что для экономичного плавания на глиссирующей мотолодке или катере необходимо стремиться к снижению массы судна и его оборудования и выбирать проект лодки с минимальными размерениями, не-

обходимыми для размещения пужного числа пассажиров. Разумеется, лодка должна обладать необходимыми мореходными качествами, соответствующими данному району плавания. В противном случае нарушится одно из основных требований к судам выходного дня — гарантия возвращения домой к определенному сроку.

Всегда желательно, чтобы экипаж лодки или катера мог выбирать курс независимо от ветра и направления бега волны, не опасаясь при этом ни опрокидывания, ни заливания водой через борт. Важно, чтобы лодка в критических ситуациях находилась под контролем водителя; не имела тенденции внезапно развернуться бортом к попутной волне, сходя с ее гребня; была бы способна поддерживать эксплуатационную скорость без сильных ударов днищем о волну и сильного забрызгивания кокпита.

Особенно неприятна для глиссирующих лодок с широким и плоским днищем попутная волна, которая может залить подвесной мотор; существует опасность, что при сходе с гребня волны лодка войдет форштевнем в гребень следующей. Конструкторы часто забывают и о такой ситуации, когда быстроходный катер или лодка остаются на открытой воде без хода. При этом судно сразу изменяет свою посадку — чаще всего получает большой дифферент на нос и волна вкачивается на носовую палубу. Другая опасность — это косой курс по отношению к попутной волне. Когда лодка сходит с волны, широкая корма поднимается гребнем, а носовая зауженная часть погружается глубоко в воду, так как гидродинамические силы поддержания здесь невелики. Соответственно смещается в нос и центр бокового сопротивления корпуса, катер зарыскивает, получая при этом не только дифферент на нос, но и крен на подветренный борт. При этом на вошедшей в воду скуле возникают значительные по величине силы, стремящиеся развернуть судно лагом к волне — в опасное для его остойчивости положение.

Все эти соображения должны приниматься во внимание при выборе проекта глиссирующей лодки для акваторий, на которых возможна волна. В таких случаях плоскостонные обводы с минимальной килеватостью днища оказываются мало пригодными как вследствие значительных ударных перегрузок, возникающих при движении на большой скорости, так и из-за явного дисбаланса в ширине и объемах корпуса в носу и корме. Удары волн о днище не только отрицательно влияют на комфортабельность пребывания экипажа на лодке, но могут явиться причиной разрушения конструкций корпуса или срыва двигателя с фундамента.

Наиболее эффективный путь снижения ударных перегрузок и повышения устойчивости на курсе это применение обводов типов «моногедрон» (у которого угол килеватости днища, равный 10—17°, сохраняется постоянным от миделя до транца) и «глубокое V» (с повышенной до 20—23° килеватостью днища и продольными реданами).

«Моногедрона» — наиболее распространенный в настоящее время тип обводов глиссирующих корпусов, строящихся с обшивкой из листовых материалов — металла или фанеры. Умеренная килеватость днища позволяет получить достаточно высокое гидродинамическое качество при приемлемых перегрузках на волнении. Иногда днище снабжается скуловыми брызгоотбойниками или короткими продольными реданами, которые способствуют уменьшению смоченной поверхности. Обводы типа «моногедрон» применяют при скоростях $V = 15\sqrt{L}$ км/ч и удельной нагрузке до 30 кг/л. с., т. е. в тех случаях, когда мощности двигателя может оказаться недостаточно для корпуса с повышенной килеватостью днища.

Обводы типа «глубокое V» обеспечивают комфортабельный ход на волнении с минимальной потерей скорости. При повышении скорости в результате подъема корпуса из воды ширина смоченной поверхности днища с большой килеватостью постепенно уменьшается. Соответственно возрастает оптимальный угол атаки, при котором сопротивление воды является минимальным; у килеватого корпуса он в 1,5—2 раза больше, чем у плоскостонного. Благодаря этому и смоченная длина килеватого катера, оказывается меньше, чем у катера с плоским днищем. В итоге, несмотря на снижение гидродинамического качества при увеличении угла килеватости, на корпусе с обводами «глубокое V» удается получить более высокую скорость, чем на корпусах с умеренной килеватостью. Благодаря почти одинаковым поперечным профилям днища в носу и корме катера с обводами «глубокое V» отличаются хорошей устойчивостью на курсе при плавании с попутной волной, малым дрейфом на циркуляции и плавностью качки.

К недостаткам «глубокого V» следует отнести большое сопротивление в начальный момент движения и большие затраты времени на разгон до выхода на режим чистого глиссирования. Для улучшения стартовых характеристик и снижения «горба» сопротивления можно использовать транцевые плиты и продольные реданы на днище.

Другим недостатком является пониженная начальная остойчивость как на стоянке, так и на ходу. Для повышения остойчивости на стоянке иногда устраивают днищевые балластные цистерны, автоматически опорожняемые при выходе катера на расчетный режим. Для повышения ходовой остойчивости продольные реданы, на которых корпус глиссирует на расчетной скорости, обрывают на некотором расстоянии от транца. В результате этого увеличивается ширина ватерлинии в корме. Другой вариант — использование наделок-спонсонов, расположенных на ходу над водой и действующих при крене катера.

Непеременной деталью корпуса «глубокого V» являются продольные реданы — призмы треугольного сечения с горизонтальной нижней гранью и острой свободной кромкой. Главный эффект реданов заключается в отсечении от днища потоков воды, растекающихся от киля к бортам. В результате их действия уменьшается смоченная поверхность корпуса, на реданах создается дополнительная подъемная сила; в совокупности это повышает гидродинамическое качество корпуса.

Продольные реданы повышают ходовую остойчивость катера, демпфируют бортовую и продольную качку. На ходу при резком крене на реданах накрененного борта возникает дополнительная подъемная сила, которая препятствует дальнейшему увеличению крена. Реданы повышают устойчивость судна на курсе и в то же время сокращают радиус циркуляции. Это происходит благодаря работе их боковых вертикальных граней, которые при боковом смещении — дрейфе от ветра, волны или на повороте — действуют подобно киллю.

Из сказанного ясно, что оптимальным вариантом быстроходной моторной лодки выходного дня является легкая лодка, имеющая минимальные размеры и обводы с повышенной килеватостью днища. Проект подобной лодки вместимостью 4 человека был разработан В. В. Вейнбергом (рис. 40) с расчетом на эксплуатацию с подвесным мотором мощностью 20—30 л. с., а на стр. 292 приводятся чертежи легкой двухместной мотолодки «Сарган», которая может глиссировать с мотором мощностью 12—20 л. с.

Для плавания большой компанией в 4—6 человек удобны мотолодки с тримаранными обводами корпуса, которые сочетают высокую остойчивость с отличной маневренностью и большой полезной площадью кокпита. Отличительной особенностью этого типа обводов являются боковые спонсоны, располагающиеся по бортам основного корпуса, имеющего обводы обычной глиссирующей мотолодки; очертания палубы в плане близки к прямоугольнику. Спонсоны выполняют таким образом, чтобы на стоянке они были погружены примерно на половину осадки основного корпуса, а на ходу большая часть их поднималась над поверхностью воды. В случае крена в воду входит значительный объем спонсона, возникающая на нем дополнительная сила поддержания создает восстанавливающий момент. Благодаря тому, что спонсоны параллельны по всей длине катера, а не сходятся у форштевня, подобно скулам корпуса традиционного типа, остойчивость тримарана намного выше. Кроме того, при крене на ходу к статической восстанавливающей силе прибавляются еще гидродинамические силы, возникающие на наклонной наклонной поверхности входящего в воду спонсона.

Типичные для тримаранов черты можно видеть в проекте лодки «Скат» (см. стр. 301). Их важным преимуществом является возможность разместить необходимое число пассажиров и оборудование в корпусе меньшей длины, чем, например, на лодке с обводами «моногодрон», и благодаря этому при равной мощности двигателя получить известный выигрыш в скорости.

В северных широтах популярностью пользуются мотолодки и катера типа «дневной крейсер», снабженные каютой минимальных размеров (рис. 41). Отправляясь на прогулку на такой лодке, ее экипаж имеет сухие, всегда готовые для отдыха спальные места и убежище от непогоды, хотя и не слишком комфортабельное. Кроме того, рубка хорошо защищает кокпит от заливания греблем встричной волны.

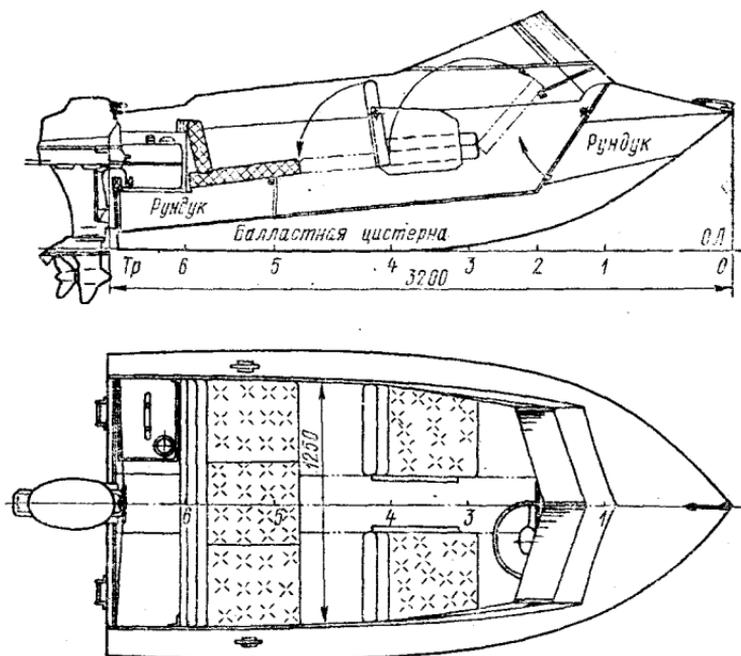


Рис. 40. Мини-мотолодка конструкции В. В. Вейнберга с обводами «глубокое V».

Длина — 3,2 м; ширина — 1,6 м; высота борта — 0,75 м; масса — 90 кг; угол килеватости днища в кормовой части — 21°. Максимальная скорость с 23-сильным мотором — 50 км/ч.

Поскольку желающих постоянно сидеть в низкой каютке дневного крейсера обычно не находится, лодки этого типа снабжаются кокпитом нормальных размеров, который мог бы вместить всех пассажиров. Поэтому получить приемлемый комфорт на борту удается при наибольшей длине мотолодки не менее 4,5 м (предпочтительнее 5—5,2 м).

Лодки для рыбной ловли и охоты. Если лодку предполагается использовать в основном для спортивного лова рыбы, то ее конструкция должна наилучшим образом отвечать этой цели. В этом случае важны простота конструкции, просторный и не загроможденный оборудованием кокпит, способность лодки отгравывать на волне при стоянке на якорю, высокая статическая остойчивость. Желательно, чтобы во время рыбалки ничто в лодке не создавало шума, так же как и мелкая волна, плескающая в днище и борт.

Если лов осуществляется сравнительно недалеко от места базирования лодки, то оптимальным вариантом может быть гребная лодка, которую можно использовать и с легким подвесным мотором типа «Салют» или «Прибой». При ловле на дорожку хорошим помощником рыбака может быть парус или подвесной электромотор. Дополнительным оборудованием лодки может быть тент, защищающий рыбака от непогоды, ящик для рыболовных принадлежностей, держатели удильщ и живорыбный садок — отсек, сообщающийся с забортной водой и служащий для хранения пойманной рыбы до ее доставки на берег.

Иногда необходимо преодолеть 50—60 км с тем, чтобы достичь места рыбалки. В этом случае не обойтись без быстходной моторной лодки, снабженной 20—30-сильным подвесным мотором. Простейшим вариантом может явиться плоскодонная мотолодка типа публикуемого ниже «Налима». Ее достоинствами для рыбака являются сплошной ровный настил, возможность проходить из носа в корму, не перешагивая через поперечные банки, отсутствие узлов и деталей, которые можно случайно повредить в азарте ловли. Такая лодка не нуждается

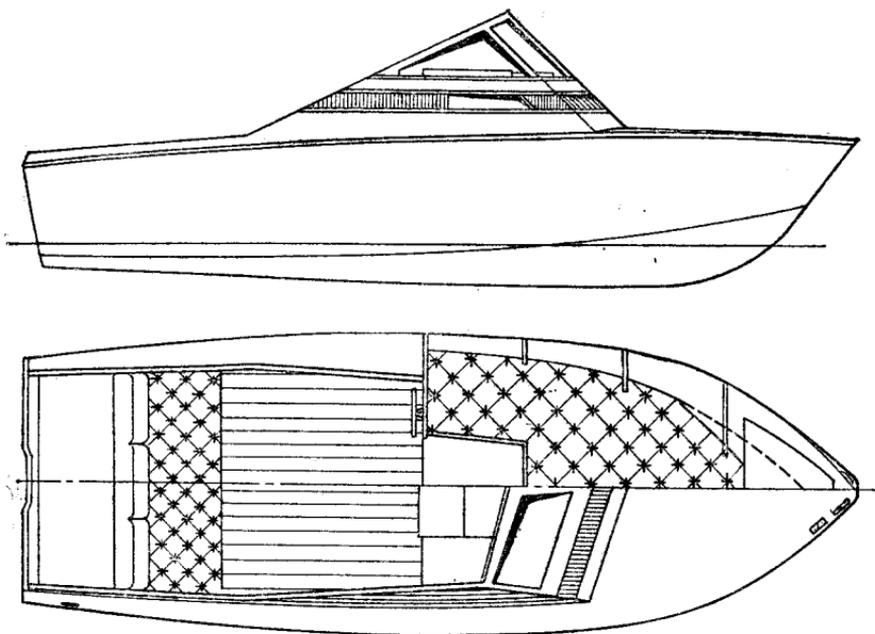


Рис. 41. Мотолодка «Саламандра» типа «дневной крейсер» (проект опубликован в предыдущих изданиях книги).

Длина — 4,6 м; ширина — 1,66 м; высота борта — 0,80 м; масса корпуса — 160 кг; максимальная мощность подвесного мотора — 30 л. с.

в благоустроенной стоянке и помещении для зимнего хранения, она очень удобна для людей, проживающих в сельской местности. Благодаря плоскому дну лодку нетрудно вытащить на отмельный берег, она обладает высокой проходимостью по мелям и тростниковым зарослям, может передвигаться при помощи распашных весел. Эти же качества позволяют рекомендовать «Налим» и для охотников.

Другой вариант мотолодки для рыбалки — тримаран типа «Скат». Обладая малой массой и экономичными размерениями, лодка развивает высокую скорость и с успехом может быть использована для рыбалки в прибрежной зоне в морских заливах или на водохранилищах. На легком трейлере, буксируемом легковым автомобилем, «Скат» может быть доставлен на озеро или берег моря за сотни километров от дома. Для удобства рыбаков (на рыбалку можно выйти вдвоем) пульт управления сделан консольным — размещенным у левого борта, так что остается свободный проход от носа до кормы. Тримаранные обводы обеспечивают маленькой лодке остойчивость, необходимую, например, для забрасывания блесны стоя.

Наконец примером специализированной рыболовной мотолодки для спортивного лова рыбы может служить «Лещ», снабженный удобным вращающимся креслом, живорыбным садком, роульсом для якорного каната на форштевне и подвесным мотором, установленным в колодце. Благодаря тенту владелец «Леща» может скоротать ночь и быть первым на месте рыбалки на утренней зорьке.

Суда для дальнего туризма. Судно такого типа должно быть рассчитано на успешное плавание по рекам с выходом в большие водохранилища или прибрежную зону морей. Судно должно противостоять волне по крайней мере в 3 балла (средняя высота волны 0,75 м, максимальная — 1,25 м), обладать достаточно надежным и экономичным двигателем. Уровень комфорта должен обеспечивать возможность приготовления пищи и отдыха экипажа на ходу; судно должно быть

способно принять запас горючего для плавания без дополнительной заправки на расстояние 200—300 км.

В наибольшей степени этим требованиям удовлетворяют катера с каютой и стационарными двигателями, рассчитанные на плавание в экономичном водоизмещающем или переходном к глиссированию режиме. Суда этого типа могут плавать в районах с более сложными метеоусловиями на акватории и удаленных от населенных пунктов, так как обладают достаточными запасами горючего. Скорость и мощность двигателя таких катеров в меньшей степени зависят от нагрузки, чем глиссирующие, поэтому не экономя на массе конструкции, можно построить очень прочный корпус, способный выдержать удар о топляк и даже посадку катера на камни. Эти суда должны иметь высокий борт и просторную рубку для того, чтобы оборудовать комфортабельные помещения, пригодные для полноценного отдыха экипажа как на стоянке, так и на ходу.

В главе I коротко рассматривалось влияние соотношения длины судна по ватерлинии и скорости на величину волнового сопротивления воды движению судна (см. стр. 34). Наиболее экономичны такие водоизмещающие катера, которые при движении создают около корпуса несколько поперечных волн — идут, как минимум, на двух соседних гребнях волн. Другими словами, длина волны, образующейся около корпуса, не должна превышать длину судна по ватерлинии, что соответствует относительной скорости $Fg = 0,5$.

Если теперь обратиться к приведенным на стр. 34 цифрам, характеризующим зависимость длины поперечной волны от скорости катера, можно сделать вывод, что экономичная скорость водоизмещающего катера длиной 6 м составляет всего 11 км/ч, катера длиной 8 м — 12,5 км/ч и т. д. Для движения с такими скоростями требуются всего 3,5—4 л. с. мощности на каждую 1 т водоизмещения, т. е. в 8—10 раз меньше, чем для движения в режиме глиссирования.

Иными словами, располагая двигателем малой мощности, рационально строить водоизмещающую лодку по возможности более длинной, чтобы при реально достижимой скорости избежать ее плавания на одном гребне поперечной волны.

Величина волнового сопротивления зависит от водоизмещения судна или его относительной длины

$$l = L/D^{1/3}.$$

Этот параметр зависит от материала и конструкции корпуса, веса двигателя, пассивности катера оборудованием, запаса горючего, пассажироместности и т. п. Для каютных прогулочно-туристских катеров нормальной конструкции (из дерева), эксплуатирующихся в водоизмещающем режиме, средние значения $l = 5 \div 5,2$. При облегченной конструкции корпуса с обшивкой из фанеры или двойной диагональной $l = 5,6$. Если относительная длина менее 5, это свидетельствует о том, что конструкция корпуса слишком тяжела или катер перегружен оборудованием. А лишняя нагрузка потребует дополнительных затрат мощности двигателя и горючего; такой водоизмещающий катер не будет экономичным и при сравнительно малых скоростях плавания.

Большое влияние на волновое сопротивление, а следовательно — и на потребляемую мощность двигателя, оказывает распределение водоизмещения по длине катера. При низких скоростях, о которых идет речь (10—15 км/ч для катера длиной 8—10 м) высота волн, образующихся у корпуса судна, зависит от полноты его оконечностей. Чем больше подводный объем, сосредоточенный у фор- и ахтерштевня, тем выше поднимаются гребни поперечных волн. Поэтому на водоизмещающих судах и носовую и кормовую оконечности делают сравнительно острыми, концентрируя основной подводный объем вблизи миделя. Для тихоходных катеров и яхт типичные кривые строевой по шпангоутам в носу и корме — вогнутые; с ростом скорости, когда проявляется тенденция к дифференту на корму, в кормовой части эта кривая обычно становится притупленной, а в носу — выпуклой (рис. 42).

Испытания моделей судов в опытовых бассейнах показали, что волновое сопротивление сильно зависит от призматического коэффициента φ и в связи с этим каждой относительной скорости соответствует его оптимальное значение. Ориентировочные цифры для рассматриваемого диапазона скорости таковы. Для

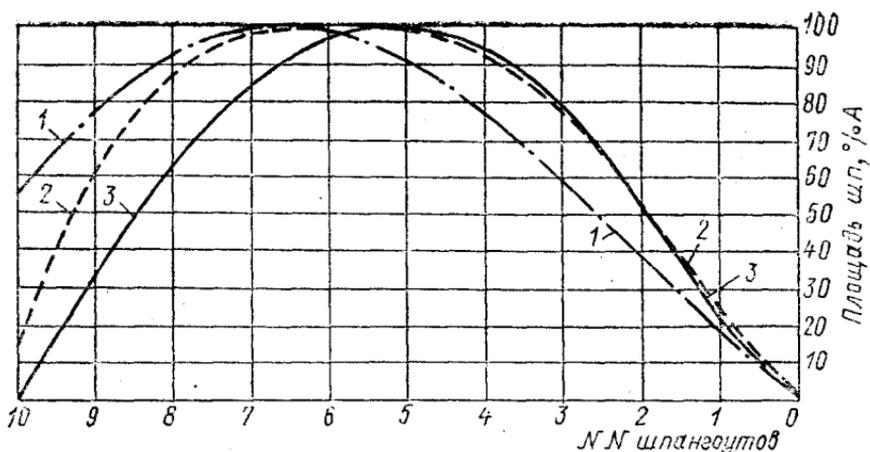


Рис. 42. Типичные строевые по шпангоутам.

1 — быстроходный разрезной катер; 2 — морской туристский катер средней быстроходности; 3 — мореходная промысловая лодка с вельботной кормой.

числа Фруда $Fr = 0,297$ значение $\varphi = 0,53$; $0,327 - 0,54$; $0,357 - 0,58$; $0,386 - 0,62$; $0,426 - 0,64$; $0,446 - 0,66$; $0,475 - 0,68$; $0,505 - 0,69$.

Величина коэффициента φ находится в прямой зависимости от обвода мидель-шпангоута — более килеватому обводу соответствует и большее значение φ .

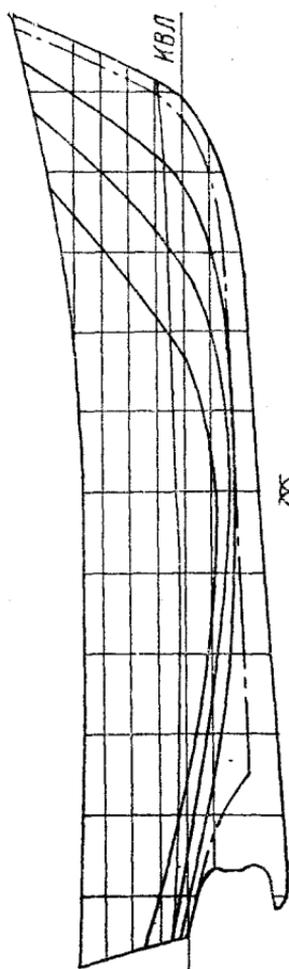
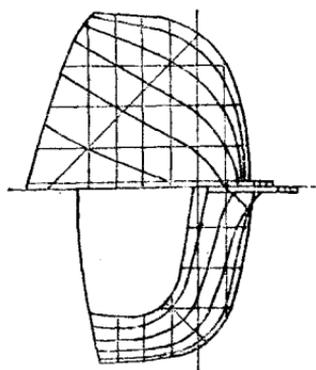
Главным путем уменьшения волнового сопротивления при конструировании водонизмещающего катера является снижение давления воды в месте встречи потока с корпусом, т. е. у форштевня¹. Здесь важную роль играет заострение ватерлиний — «угол входа» корпуса в воду, измеряемый между касательной к ватерлинии и диаметральной плоскостью. При самых низких скоростях, когда волновое сопротивление невелико ($Fr = 0,20$), этот угол может быть довольно большим — до 25° . Однако с повышением относительной скорости до $0,25$ необходимо его уменьшить до 18° , а при Fr более $0,30$ — даже до $15-12^\circ$. Правда, при этом нельзя забывать, что слишком вытянутые и «впалые» ватерлинии могут вызвать большой подъем носового буруна и «прилипание» его к обшивке; в свежий ветер и при качке брызги от него будут забрасываться на палубу.

Чтобы добиться необходимого носового заострения ватерлиний, самый большой по площади шпангоут — мидель-шпангоут — обычно несколько смещают в корму от середины длины корпуса.

Велика и роль обводов кормовой части корпуса, которая сводится в первую очередь к поддержанию правильного ходового дифферента на скоростях, соответствующих отрыву второго гребня поперечной волны от кормы. Для самых тихоходных судов оптимальна острая корма типа применяемой на каноз, крейсера или вельботная корма, при которой вода обтекает корпус по плавным траекториям и смыкается за ахтерштевнем без образования завихрений. Корпус с острой кормой имеет примерно одинаковые объемы оконечностей и идеален для плавания на волне — обладает устойчивостью на курсе, легко управляется. Недаром такие обводы предпочитают для морских рыболовных судов и спасательных шлюпок.

Возможно и применение транцевой кормы, но при условии, что плоская часть транца начинается выше КВЛ, а ходовая ватерлиния в корме достаточно заострена. Такой вариант обеспечивает хорошее обтекание корпуса в сочетании с такими преимуществами транцевой кормы, как большая площадь палубы и наличие полезного объема корпуса в корме, увеличение восстанавливающего мо-

¹ На крупных судах, плавающих с образованием нескольких поперечных волн на длине корпуса, стараются использовать для этой цели явление интерференции — сложения носовой и кормовой волны.



☺

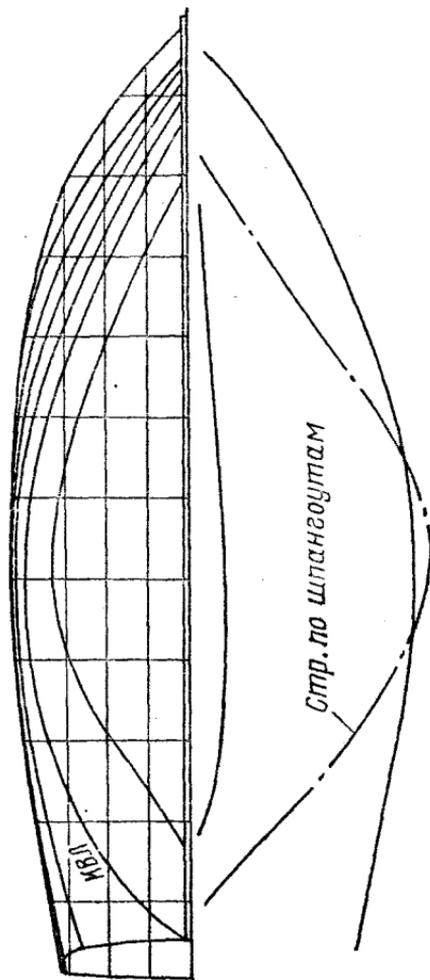


Рис. 43. Теоретический чертеж мореходного 6,5-метрового катера, рассчитанного на скорость 6 уз. (11 км/ч).

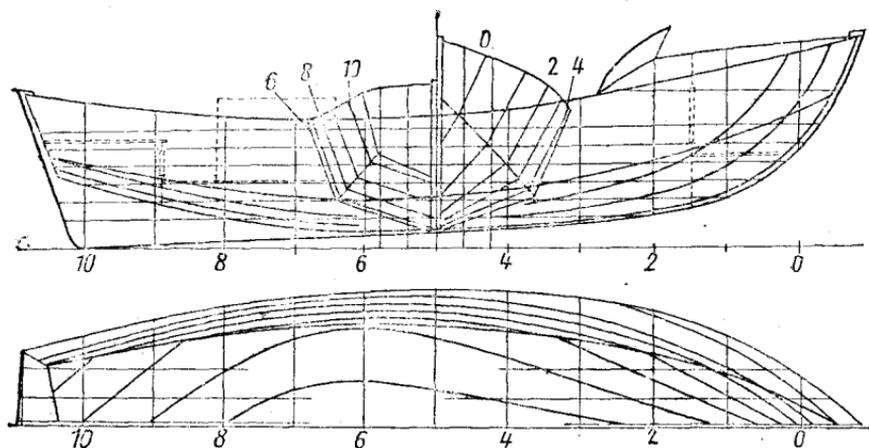


Рис. 44. Морская моторная шлюпка с упрощенными обводами корпуса.

мента при большом крене. Транец в этом случае должен иметь значительную килеватость, а батоксы круто подниматься вверх над КВЛ (рис. 43).

При более высоких скоростях ($Fg > 0,30$) корма должна иметь плавучесть, достаточную, чтобы противодействовать дифференту, увеличивающемуся с повышением скорости. При $Fg = 0,30$ целесообразна транцевая корма с килеватостью днища около 14° и погружением нижней точки транца примерно на 8 % максимальной осадки корпуса. При $Fg = 0,40$ лучшие результаты можно получить с более плоскими обводами кормы — с килеватостью днища у транца около 6° и его погружением до 20 % осадки катера. Линии батоксов в корме с повышением скорости должны становиться все более прямыми и приближаться к горизонтали.

Чем больше отношение длины L к ширине B по ватерлинии, тем более острыми получаются обводы корпуса, тем меньше его волновое сопротивление. Однако увеличивая L/B , нельзя забывать и другой жизненно важный фактор: поперечную остойчивость. Катер не должен опрокидываться при любых экстремальных условиях эксплуатации — при плавании на большой волне, рывках при буксировке другим судном, случайном перемещении к борту людей и т. п. Поэтому большинство водоизмещающих катеров длиной 6—12 м строят с отношением длины к ширине в пределах $L/B = 3,5 \div 4,75$; при этом чем короче катер и меньше его водоизмещение, тем относительно более широким он должен быть для обеспечения безопасности плавания.

При постройке водоизмещающих катеров получили наибольшее распространение круглоскулые обводы корпуса. В то же время накоплен положительный опыт эксплуатации большого числа катеров с упрощенными остроскулыми обводами, построенных с фанерной или металлической обшивкой (рис. 44). К таким судам применимы все рассмотренные выше общие соображения. Важно еще, чтобы острые скулы пересекали ватерлинию под сравнительно небольшим углом к горизонтали как в носовой части, так и в корме; иначе в местах входа скул в воду образуются значительные завихрения, существенно повышающие сопротивление воды движению судна. Можно понизить сопротивление почти до уровня, характерного для круглоскулых катеров, сделав корпус с несколькими скулами — с «гранными» обводами. В этом случае часть скул располагают полностью под водой, а часть — над водой, чтобы ходовую ватерлинию линии скул не пересекали.

Таковы основные черты, характерные для экономичных катеров для дальних путешествий. В качестве примера на стр. 344 публикуются чертежи катера «Краб», рассчитанного на неторопливое — со скоростями от 10 до 15 км/ч — плавание двух-трех человек. Нижнего предела скорости можно достичь под 4, 5-сильным двигателем — приспособленным для работы на катере тракторным «пускатом». Часовой расход горючего не превышает 2,5 л, так что на каждый пройденный километр тратится буквально стакан бензина. Разумеется, такой показатель просто недостижим для глиссирующих лодок с подвесными моторами,

именно значительный расход горючего, составляющий 0,45—0,70 л/км, ограничивает применение таких мотолодок для дальних путешествий, несмотря на их вдвое и даже втрое более высокую скорость.

Скорость в многодневном плавании, впрочем, понятие относительное. Если, например, исчислять ее километрами, пройденными не за час, а за сутки, то обычная водоизмещающая лодка может показать результаты лишь немногим хуже, чем глиссирующая. Здесь нужно учитывать неизбежные для быстроходной мотолодки частые остановки на почевку (рискованность плавания в темное время со скоростью более 30 км/ч очевидна) и заправку бензином, для приготовления пищи и т. п.

Водоизмещающее судно может, не снижая скорость, двигаться круглосуточно (бензин расходуется экономичнее, да и запас его не так жестко лимитируется нагрузкой, есть условия для полноценного отдыха экипажа на борту, встреча с топливом не так опасна).

Сравнительно небольшие затраты мощности на преодоление волнового сопротивления на скоростях $Fg = 0,3 \div 0,5$ позволяют создавать комфортабельные и экономичные туристские катера, рассчитанные на экипаж до шести человек (см. проект катера «Сивуч»). При этом мощность двигателя разумно ограничить величиной 50—60 л. с., а наилучшие результаты достигаются при установке дизелей мощностью 20—40 л. с. По уровню комфорта такие катера приближаются к плавучим дачам и могут быть использованы для длительного пребывания на борту.

Определенными преимуществами для плавания смешанного типа (по рекам и водохранилищам) обладают моторно-парусные суда. Располагая двигателями двух родов, они имеют высокую степень надежности и автономность плавания. Путешествующие под парусом не нуждаются в длительных стоянках для отдыха от шума и вибрации. Благодаря высоким мореходным качествам даже небольшая яхта может выходить в море при свежей погоде, когда более крупные катера вынуждены оставаться в гавани. Наконец, парусное судно не зависит от пунктов заправки горючим на маршруте путешествия, автономность плавания определяется лишь запасами провизии и питьевой воды.

С другой стороны, наличие двигателя позволяет поддерживать постоянную среднюю скорость на переходе, проходить участки рек с сильным течением или через шлюзы, не простаивать в штилевую погоду.

При создании комбинированных моторно-парусных яхт конструктору приходится удовлетворять ряд противоречивых требований. Для того чтобы судно развивало приемлемую скорость под парусами, площадь парусности должна быть достаточно велика (см. рис. 38). Это автоматически требует повышения поперечной остойчивости яхты по сравнению с катером: для яхт длиной до 8 м начальная поперечная метацентрическая высота должна составлять от 0,9 до 1,5 м. Чаще всего это достигается за счет тяжелого и глубокопогруженного балластного фальшкиля, масса которого достигает 35—40 % водоизмещения. Естественно, что при плавании под мотором такая остойчивость не нужна, а «перевозка» фальшкиля требует непроизводительной затраты мощности двигателя. И наоборот — при плавании под парусами двигатель с запасами топлива для него становится бесполезной (а иногда и вредной — с точки зрения остойчивости) нагрузкой; гребной винт оказывает заметное дополнительное сопротивление движению.

Для создания достаточного сопротивления дрейфу при плавании крутыми курсами к ветру — в бейдевинд — корпус яхты должен иметь большую площадь бокового сопротивления, равную 14—18 % площади парусов. Поэтому смоченная поверхность корпуса яхты больше, чем у катера таких же размеров; следовательно, выше и сопротивление воды движению под мотором. Развитая оснастка и рангоут яхты увеличивают воздушное сопротивление судна.

Из сказанного ясно, что моторно-парусная яхта при прочих равных условиях по скорости движения под мотором будет проигрывать катеру. С другой стороны, учитывая, что экономически целесообразная скорость для водоизмещающего судна, ограниченная $Fg = 0,5$, составляет для 10-метрового корпуса около 17 км/ч, вполне возможно обеспечить моторно-парусной яхте ходовые качества, подобные качествам катера. Мощность двигателя на яхтах этого типа составляет 4,5—7,5 кВт (6—10 л. с.) на каждую тонну водоизмещения, площадь парусов — $10 \div 12 \text{ м}^2/\text{т}$.

Удачно сочетать качества парусной яхты и моторного катера часто удается в вариантах судов с подъемным килем — швертом. Иногда остойчивость судна на ходу под парусами повышают за счет водяного балласта, заполняющего специальные днищевые отсеки — цистерны; при переходе на плавание под мотором шверт поднимается, вода откачивается за борт — смоченная поверхность и масса судна существенно уменьшаются. Это позволяет полнее и экономичнее использовать мощность двигателя.

В приводимых ниже чертежах моторного парусника «Дюгонь» (см. стр. 403) этих усложняющих конструкцию и эксплуатацию судна устройств нет, что ограничивает его лавировочные качества. Однако можно исходить и из того соображения, что в дальнейшем плавании паруса используют в основном при свежих попутных ветрах или в полный бейдевинд и при одновременной работе двигателя. В любом случае построенный моторно-парусное судно получит не только ощутимую экономию на горючем, но и огромное удовольствие от бесшумного плавания под парусами, обретет уверенность в своем судне в любых самых сложных условиях плавания.

Лодки для спортивного туризма предназначаются не только для выполнения зачетных маршрутов по разрядным нормам «Единой всесоюзной спортивной классификации», но и для любого плавания по маршруту протяженностью от нескольких сот до тысячи и более километров, который нужно пройти по заданному графику, преодолевая трудности, связанные с гидрометеорологическими особенностями бассейна плавания. На таких судах совершают плавания и по кольцевым маршрутам, так называемым «кругосветкам», они участвуют в маршрутных и кольцевых гонках и водно-моторных ралли.

Суда для спортивного туризма не отличаются комфортабельностью. Экипаж лодки, как правило, составляют два человека; запасы, включая бензин, принимаются из расчета на переход до ближайшего пункта, где они могут быть пополнены. В результате отказа от тяжелого оборудования и снабжения, жесткой рубки, стационарных спальных мест получают приемлемые габариты и весовую нагрузку подобных судов для прохождения дальнего маршрута в режиме глиссирования с одним или двумя подвесными моторами мощностью по 15—22 кВт либо с конвертированным автомобильным двигателем мощностью 37—60 кВт (50—80 л. с.). Удельная нагрузка таких судов составляет обычно 27—35 кг/кВт (20—25 кг/л. с.), скорость хода — 38—45 км/ч.

Кроме скорости важным качеством судов для спортивного туризма является их мореходность — способность преодолевать волнение с минимальными потерями скорости и без повреждений корпуса. Сказанное выше об обводах мотолодок и катеров для туризма выходного дня полностью применимо и в данном случае: оптимальны корпуса с повышенной килеватостью днища — «глубоко V», различные комбинированные обводы типа «кафедрал», с гидролыжей и т. п.

В качестве примера приведем теоретический чертеж популярной мотолодки «Радуга-34» конструкции Ю. А. Зими́на (рис. 45; табл. 8). Высокооборотный корпус с развалом бортов по всей длине имеет комбинированные обводы днища с повышенной килеватостью участков, прилегающих к скуле, и плоской центральной лыжей. Такие обводы позволяют обеспечить при хороших ходовых качествах мягкой — без больших динамических перегрузок — ход на волнении, безопасность при крене на циркуляции и достаточную обитаемость (в кокпите можно оборудовать два спальных места). С «гоночным» двухлопастным гребным винтом диаметром 300 и шагом 340—360 мм мотолодка развивает максимальную скорость до 58 км/ч.

Для целей спортивного туризма может использоваться и мотолодка типа «дневной крейсер», например, построенная по проекту «Суперкатки» (см. стр. 320).

Лодки для хозяйственных разездов. Главными требованиями к таким судам, независимо от того, гребные они или моторные, являются большая грузоподъемность, высокая остойчивость, простота конструкции и неприхотливость в эксплуатации. Как правило, такие лодки держат на необорудованных стоянках, часто вытаскивают на берег, на зиму оставляют под открытым небом. Поэтому они должны отличаться солидной конструкцией, увеличенными сеченнями набора корпуса, хорошей защитой днищевой и бортовой обшивки от износа. Здесь не нужны мягкие сиденья, дистанционное управление мотором; кокпит лодки по возмож-

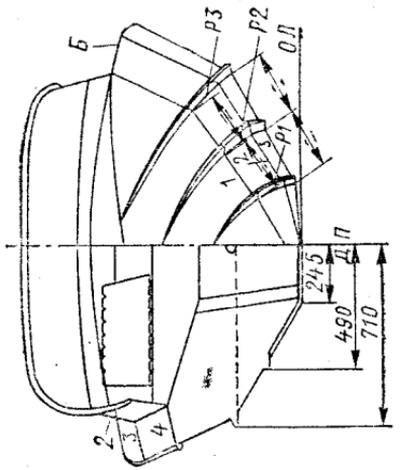
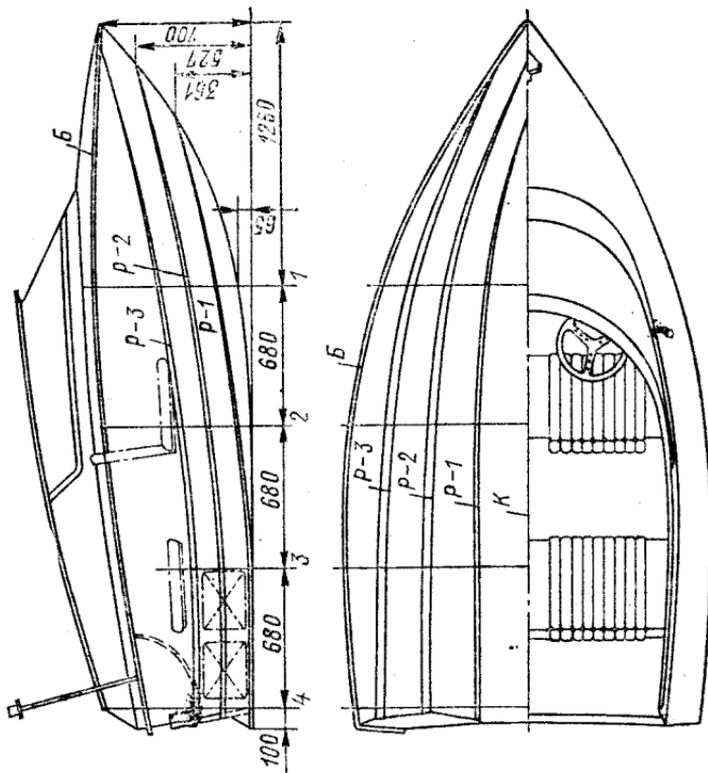


Рис. 45. Мотолодка «Радуга-34» конструкции Ю. А. Зимина.
 Чертежи лодки опубликованы в журнале «Катера и яхты» № 97. Длина — 3,40 м; ширина — 1,70 м; высота борта — 0,70 м; масса корпуса — 70 кг.

Таблица 8. Таблица плазовых ординат мотолодки «Радуга-34» (см. рис. 45)

Линия теоретического чертежа	Номера шпангоутов			
	1	2	3	4
	Полушироты от ДП			
Линия борта — Б	682	823	850	801
Линия палубы — П	532	673	700	651
Редан Р-1	179	221	230	230
» Р-2	348	425	448	450
» Р-3	520	627	667	670
	Высоты от ОЛ			
Линия борта — Б	740	700	617	500
Линия палубы — П	774	734	651	534
Редан Р-1	174	73	15	0
» Р-2	302	199	140	125
» Р-3	430	325	265	250

ности должен быть свободным от поперечных банок и допускать размещение перевозимого груза на пайолах.

Как правило, хозяйственные лодки — открытого типа; лишь в редких случаях моторные лодки снабжают носовой опалубкой и невысокой рубкой-убежищем, а стационарные двигатели размещают в отсеке — «перерубе», отделенном от остального кокпита переборками. Для большей гарантии незаливаемости при плавании с полной нагрузкой рекомендуется снабжать лодки неширокой — 150 ÷ 200 мм — опалубкой по всему периметру борта. Обязателен хороший развал бортов наружу, обеспечивающий остойчивость лодки при больших наклонениях. Важную роль играет прогиб линии киля — подъем днища к ватерлинии в носу и корме. В носу он необходим для улучшения поворотливости и облегчения вытаскивания еудна на отмельный берег; в корме подъем днища улучшает обтекаемость корпуса при полной нагрузке.

В качестве хозяйственных лодок могут применяться лодки скиф и дори, а также плоскодонная мотолодка «Налим». За рубежом широкое распространение получили «джонботы» (видимо, свое название они получили как синоним простоты — лодка-Джон) (рис. 46). Благодаря почти прямоугольному в плане очертанию днища эти лодки очень остойчивы; они спокойно стоят у берега при погрузке на них тяжестей, обладают большой грузоподъемностью. Днище у «джон-

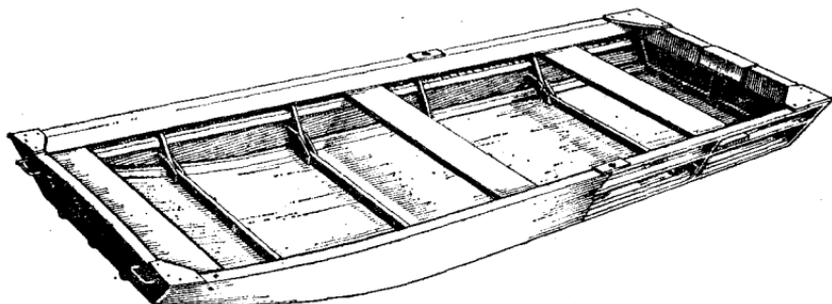


Рис. 46. Мотолодка типа «джонбот» с фанерной обшивкой.

Чертежи лодки опубликованы в сборнике «Катера и яхты» № 76. Длина — 3,8 м; ширина наибольшая — 1,32 м; ширина по днищу — 0,90 м; высота борта — 0,38 м; полезная грузоподъемность — 220 кг.

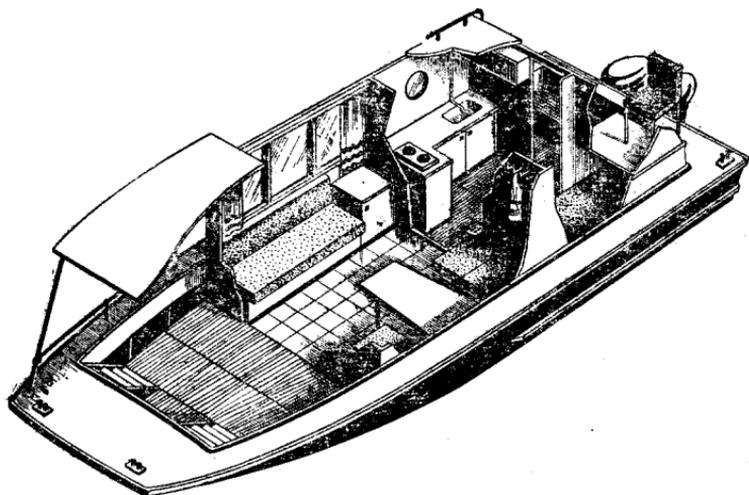


Рис. 47. Плавающая дача «Березка».

Чертежи опубликованы в сборнике «Катера и яхты» № 3. Длина — 8 м; ширина — 3,2 м; высота борта — 0,85 м; осадка — 0,15 м; полное водоизмещение — 2,7 т.

бота» сравнительно узкое, что обеспечивает легкость хода на веслах и под моторами малой и средней мощности. Несмотря на неказистость внешнего вида эти лодки весьма практичны и завоевали признание фермеров, рыбаков и туристов. Имеются подобные суда и на некоторых реках Советского Приморья на Дальнем Востоке.

Суда для жизни на борту. Существует довольно большая категория людей, которые на лето переселяются на лодки. В большинстве случаев для них не важны пройденные сотни километров или какие-либо достигнутые пункты; главным является жизнь у воды, на удалении от городского шума и загазованного воздуха. Таким плавучим домом или дачей может служить практически любое судно, способное предоставить комфорт по уровню выше палатки и которое можно оставлять, заперев на замки. Однако чаще всего стараются приблизиться к привычному уровню обитания, который владелец подобного судна имеет на берегу. Это значит, что в помещениях желательно ходить в полный рост; за столом располагаться, не опасаясь удариться затылком о комингс рубки; иметь хорошо вентилируемую спальную каюту, туалет, умывальник (а может быть и душ с подогретой водой!), газовый камбуз и т. п. Людям творческого труда понадобится удобный письменный стол, место для мольберта или верстак и т. п. и т. д.

Все это можно получить лишь на достаточно большом судне длиной не менее 7,5 м (например, на катере «Сивуч»). Либо же строитель плавучей дачи должен будет поступиться отдельными эксплуатационными качествами судна, например, отказаться от высокого надводного борта с острыми носовыми образованиями, рассчитанными на преодоление встречной волны.

Остойчивость при минимальной осадке, что важно для плавания на мелководье, вполне может быть обеспечена большой шириной корпуса за счет снижения скорости судна. Этим требованиям удовлетворяет обычный понтон с вертикальными бортами и санным подрезом в носу и корме. Любые перемещения по такому понтону, даже если все члены экипажа соберутся на одном борту, мало отражаются на посадке судна; величина крена или дифферента во всех случаях будет незначительной. На понтоне может быть установлена надстройка в полный рост человека как комфортабельными жилыми помещениями. Например, на плавучей даче «Березка» (рис. 47) имеются: просторный носовой кокпит, укрытый сверху тентом; рубка площадью более 10 м² и высотой до подволока 2,1 м; небольшой открытый кокпит в корме. В рубке выделены кают-компания с обеденным

столиком, креслами и диваном (на ночь здесь оборудуются спальные места на 4—6 человек), камбуз с газовой плиткой, раковиной и умывальником, небольшая спальная каюта на двоих. В каютах достаточно места для размещения продовольствия, одежды на всякую погоду и различных привычных на берегу бытовых мелочей. Объемные рундуки образуют диваны и койки.

Вместо спальной на корме (дополнительные спальные места могут быть устроены на раскладных койках под навесом в носовом кокпите) можно оборудовать туалет и душевую, а у носовой переборки — разместить платяной шкаф. Для отдыха в хорошую погоду удобно использовать палубу рубки, где можно установить легкие раскладные шезлонги и столик. Желательно оградить эту палубу леерами.

Поскольку перемещение с места на место подобных судов происходит эпизодически, для этой цели могут быть использованы подвесные моторы или стационарные двигатели небольшой мощности.

§ 2. Выбор типа двигателя и движителя

К сожалению, ассортимент двигателей, предназначенных для установки на малых судах и поставляемых отечественной промышленностью в торговую сеть, в настоящее время ограничивается всего лишь несколькими моделями подвесных моторов. Это «Салют» мощностью 2 л. с., 8-сильный «Ветерок-8Э», 25- и 30-сильные «Вихри». В магазинах кое-где сохранились остатки мотора «Нептун-23», «Ветерок-12», снятых с производства в 1983—1984 гг.; по случаю можно приобрести подвесные моторы «Привет» мощностью 22 л. с., 20-сильные «Вихри», «Москву-30» и стационарный лодочный мотор «СМ-557Л», имеющий мощность 13,5 л. с. и выпускавшийся в вариантах с гребным винтом и с водометным движителем (модификация «СМ-500В»). Таким образом, судостроитель-любитель может рассчитывать на весьма скромный мощностью ряд моторов от 2 до 60 л. с., учитывая возможность их спаренной установки.

Бесспорным достоинством подвесных моторов является то, что они представляют собой готовый к установке на судно комплекс — двигатель, движитель и руль. Если транец лодки приспособлен для навески мотора, то не требуется выполнять каких-либо работ, кроме несложного монтажа дистанционного управления. Подмоторная ниша на мотородке занимает намного меньший объем в корпусе, чем объем отсека для размещения стационарного двигателя. В эксплуатации подвесной мотор прост; благодаря откидывающейся конструкции подвески судно может подходить к необорудованному берегу. Лодка с подвесными моторами обладает хорошей маневренностью и малым радиусом циркуляции. Для ремонта мотор легко снять с лодки. Масса двухмоторной установки мощностью 44 кВт (60 л. с.) составляет всего 96 кг против 380—400 кг для стационарного двигателя такой же мощности.

К числу отрицательных качеств подвесных моторов можно отнести: сравнительно большой расход горючего — на полном дросселе расходуется 520—570 г/кВт·ч, увеличенное сопротивление подводной части; плохую защищенность моторов, висящих за бортом, от повреждений при навалах лодки на причал или залывания свечей попутной волной; необходимость вводить масло в бензин. Не всегда удается подобрать гребной винт оптимального диаметра, так как он ограничивается конструкцией мотора. Высокооборотный двухтактный двигатель имеет ограниченный моторесурс, исчисляемый обычно несколькими сотнями часов; винт малого диаметра, имеющий высокую частоту вращения (2800—2900 об/мин), развивает сравнительно небольшой упор.

Перечисленные недостатки ограничивают целесообразную область применения подвесных моторов преимущественно на легких глиссирующих и — при условии использования «грузовых» гребных винтов уменьшенного шага — полуглиссирующих мотородках. Если рассматривать диапазон мощности 25—30 л. с., то можно отметить, что двухмоторная установка начинает себя экономически оправдывать по расходу горючего при водоизмещении от 600 до 1200 кг. В этом диапазоне нагрузки на одномоторной глиссирующей лодке расходуется от 0,5 до 0,8 л горючего на пройденный километр; при двухмоторной установке благодаря резкому повышению скорости соответствующие цифры равны 0,55 ÷ 0,60 л/км.

На тяжелых водоизмещающих лодках для достижения тяги нужной величины гребные винты подвесных моторов иногда заключают в кольцевую профилированную насадку. Насадка представляет собой замкнутое кольцо с плоско-выпуклым профилем поперечного сечения. Площадь входного отверстия насадки больше, чем выходного; винт устанавливается в наиболее узком сечении и с минимальным зазором между краем лопасти и внутренней поверхностью насадки; обычно зазор не превышает $0,01D$ винта. При работе винта засасываемый им поток вследствие уменьшения проходного сечения насадки увеличивает скорость, которая в диске винта получает максимальное значение. Благодаря этому уменьшается скольжение винта, повышается его поступь. Вследствие малого зазора между краем лопасти и насадкой уменьшается перетекание воды через край, что также повышает КПД винта. Скорость лодки повышается на 5—8 %, а иногда и до 20 %.

Очевидно, что вопрос о выборе типа двигателя мощностью свыше 44 кВт (60 л. с.) решается однозначно в пользу стационарного. Тем более, что имеются варианты катерных установок с конвертированными автомобильными двигателями «Москвич-412» мощностью 55 кВт, «ГАЗ-51» (45 кВт), «ГАЗ-53» (51,5 кВт) и «ЗМЗ-53» (66 кВт). Здесь приведены значения мощности, которая используется на данном двигателе при его установке на катер. Все эти двигатели поставляются на катеростроительные заводы укомплектованными угловой реверс-редукторной передачей, замкнутой системой охлаждения, охлаждаемым выхлопным коллектором и т. п. Эти узлы иногда можно получить с отслуживших свой срок спасательных и развездных катеров, которые имеются почти в любом большом речном или приморском городе.

Среди положительных качеств стационарной установки, по сравнению с подвесными моторами, можно отметить: экономичность (расход горючего на полном дросселе около 370 г/кВт·ч); более высокую надежность; больший крутящий момент на валу; возможность подобрать гребной винт с оптимальными параметрами; размещение двигателя внутри катера.

Однако 60—80-сильные двигатели с угловым реверс-редуктором имеют значительную массу (до 360 кг), занимают много места внутри корпуса, требуют изготовления гребного вала, дейдвудного подшипника, кронштейна, гребного винта, рулевого устройства, систем охлаждения, газовыхлопа, топливной системы и дистанционного управления. Монтаж самого двигателя на фундаменте и линии вала в корпусе катера также достаточно сложны. Гребной винт и вал при эксплуатации часто повреждаются, для стоянки катера требуется оборудованный причал с определенной глубиной воды. От этих недостатков можно избавиться, применив водометный движитель или угловую откидную колонку, однако эти устройства в серийном производстве не освоены (кроме угловой колонки и водомета, которыми комплектуются катера типа «Амур-2», «Амур-3» и «Восток»).

Пожалуй, водомет является наиболее рациональным типом движителя для катера, строящегося своими силами. Его эксплуатационные достоинства рассматривались в главе 1, а степень сложности конструкции и трудоемкость изготовления можно оценить по приводимым в главе 10 чертежам движителя для катера «Суперкосатка-В». Заметим сразу, что изготовить детали движителя возможно с применением наиболее распространенных простых станков — токарного, фрезерного и сверлильного; самая громоздкая деталь — водовод — может быть отформована из стеклопластика.

На тихоходных катерах, где водомет не развивает достаточно высокого КПД, применения гребного винта не избежать. Здесь проблемой становится обеспечение заднего хода судна. При использовании двигателей малой мощности типов «Л» или «УД» (от 3 до 12 л. с.) выход может быть найден в устройстве винта регулируемого шага (ВРШ), который при неизменном направлении и частоте вращения колечатого вала двигателя позволяет изменять скорость движения катера и давать ему задний ход. Конструкция ВРШ достаточно проста (см. рис. 172), его можно изготовить при помощи простых станков, а для полого гребного вала использовать подходящую толстостенную трубу.

Еще один вариант простого по конструкции реверсивного устройства для установки малой мощности — это руль-насадка Китчена (см. рис. 173). Наконец, двигатели типов «УД» нередко соединяют с реверсивно-редукторной передачей от двигателей «СМ-557Л».

В любом случае человеку, собирающемуся строить катер со стационарным двигателем, помимо выбора самого двигателя придется решать ряд проблем, связанных с приспособлением — конвертированием — двигателя к условиям работы на катере. В нескольких словах эти проблемы сводятся к следующему:

1. Необходимо состыковать с двигателем какую-либо из выпускаемых серийно реверсивно-редукторных передач или разработать и изготовить устройство для обеспечения заднего хода катера. Важно также понизить частоту вращения гребного вала для повышения КПД движителя.

2. Необходимо реконструировать систему охлаждения двигателя, который в отличие от автомобиля устанавливается в закрытом отсеке и, следовательно: для охлаждения воды в системе не может использоваться ни воздушный радиатор, ни встречный поток воздуха, обдувающий картер.

3. Требуется заменить воздушный фильтр на пламегасительную сетку на всасывающей трубке карбюратора, установить карбюратор с учетом угла установки двигателя на фундаменте и ходового дифферента катера.

4. Необходимо демонтировать вспомогательные механизмы, не требующиеся на катере — воздушный компрессор, насос гидроусилителя руля и т. п.

Эти вопросы следует продумать еще до начала постройки корпуса, а не начинать поиски двигателя и оборудования к нему, когда судно уже будет готово.

§ 3. О возможности отступлений от основных элементов проекта

Опыт показывает, что судостроители-любители редко строят малые суда в точном соответствии с публикуемыми проектами. Наиболее часто к этому побуждает желание построить более комфортабельное судно или приспособить его к каким-то специфическим условиям эксплуатации, отсутствие нужных материалов или двигателя, ограниченные размеры помещения, в котором имеется возможность построить лодку, и т. п. При этом нередко забывают о взаимосвязи отдельных элементов проекта, что приводит к неудовлетворительным результатам при испытаниях построенного судна.

Остановимся коротко на влиянии некоторых отступлений от чертежей на качество построенного судна.

Увеличение длины корпуса водоизмещающего катера практически всегда положительно сказывается на его скорости. При этом происходит снижение числа Фруда, соответственно уменьшается и доля волнового сопротивления, которое должен преодолеть упор движителя. Выигрыш в волновом сопротивлении обычно превышает потери на увеличении смоченной поверхности и водоизмещения судна. При удлинении корпуса на 10—15 % остальные размеры — ширину и высоту борта — в принципе можно оставить прежними. Следует только учесть, что объемное водоизмещение также увеличится пропорционально длине.

Удлинить корпус можно равномерной растяжкой теоретической шпации — расстояния между теоретическими шпангоутами, либо перемещением дальше в корму транца лодки. В первом случае строитель может воспользоваться обводами теоретических шпангоутов без корректировки, расставив на соответствующие расстояния лекала для сборки корпуса. Во втором случае необходима дополнительная пазовая разбивка теоретического чертежа кормовой оконечности, хотя бы в масштабе 1 : 5 для того, чтобы избежать нарушения плавности обводов корпуса. Разумеется, расстояние между практическими — конструктивными шпангоутами, обеспечивающими прочность корпуса и плотность его наружной обшивки, должно остаться прежним, либо следует наружную обшивку сделать более толстой или подкрепить ее пазовыми рейками, стрингерами или промежуточными шпангоутами.

Удлинять корпус более, чем на 20 % не рекомендуется, так как это влечет за собой уже заметное изменение посадки судна на воде, в совокупности с другими изменениями может привести к ухудшению остойчивости. Лучше избрать другой проект, по своим данным более близкий к желаемому.

Глиссирующие суда к удлинению корпуса более чувствительны. Помимо повышения массы корпуса, что всегда нежелательно и требует затрат дополни-

тельной мощности двигателя, изменяется центровка судна (положение его центра тяжести относительно транца), вследствие чего может снизиться скорость хода. Поэтому увеличению длины, например, на 10 % должна предшествовать проработка общего расположения мотолюбки и расчет ее центровки. Лучше всего, если увеличение длины корпуса будет сопровождаться, например, заменой 25-сильного мотора на 30-сильный.

Корпуса современных глиссирующих лодок типа «моногодрон» — с неизменными шириной днища и килеватостью от миделя до транца — проще всего удлинить или укорачивать путем перемещения транца. При уменьшении длины не следует забывать о возможности потери продольной устойчивости глиссирования, особенно, если лодка получается легкой и относительно короткой. Предварительным критерием для выбора допустимой мощности подвесного мотора для мото-

Таблица 9. Максимальная мощность подвесного мотора, допускаемая для установки на мотолюбках

Лодки с дистанционным управлением и высотой транца 508 мм (или эквивалентной высотой борта в корме)							Лодки без дистанционного управления с высотой транца менее 508 мм (или с меньшей эквивалентной высотой борта в корме)	
							Плоскодонные лодки с остро-скульными обводами	Прочие лодки
Характеристика $K = 10,76L_{нб} \cdot B_{тр}$, м ² :	До 38	39 ÷ 42	43 ÷ 45	46 ÷ 48	49,5 ÷ 56	Свыше 56	Свыше 56	Свыше 56
Мощность мотора, л. с., не более:	3	5	7,5	10	15	2K—90	0,5K—15	0,8K—25

Примечания. 1. При характеристике $K > 56$ значение мощности, определенное по таблице, округляется до ближайшей цифры, оканчивающейся на 5. 2. Для плоскодонных остроскульных лодок с характеристикой $K < 56$ мощность подвесного мотора уменьшается до значения, указанного в предыдущей колонке таблицы.

лодок может служить табл. 9, в которой мощность мотора определяется по характеристике

$$K = 10,76L_{нб} \cdot B_{тр}$$

Здесь $L_{нб}$ — наибольшая длина лодки; $B_{тр}$ — максимальная ширина днища у транца. Если на днище имеются брызгоотбойники, действующие как скула или часть глиссирующей поверхности, то $B_{тр}$ замеряется по их рабочим кромкам.

Ширина корпуса во многом определяет такое жизненно важное качество малого судна, как поперечная остойчивость. Поэтому в любых случаях уменьшать ее не рекомендуется и нужно тщательно следить при постройке за соответствием фактической ширины указанной на чертежах. Необходимо учитывать, что чем короче лодка, тем относительно более широким должен быть ее корпус.

Иногда строитель вынужден все же идти на уменьшение ширины, для того например, чтобы вынести собранный корпус из помещения, где он строился, через дверь или оконный проем. В этом случае необходимо оценить потерю остойчивости лодки, помня, что начальная поперечная метацентрическая высота прямо пропорциональна кубу ширины по ватерлинии. Затем следует принять меры для

повышения устойчивости путем снижения высоты сидений пассажиров, устройства топливных баков под пайолами, облегчения рубок и надстроек и т. п. При уменьшении ширины соответственно уменьшается и водоизмещение судна, увеличивается его осадка в полном грузу, поэтому имеет смысл соответственно повысить надводный борт.

Высота надводного борта играет немаловажную роль в обеспечении запаса плавучести и устойчивости судна, его незаливаемости при плавании на волне. К слову сказать, освидетельствуя построенное любителем судно, навигационно-техническая инспекция определяет район его плавания в первую очередь в зависимости от минимальной высоты надводного борта (табл. 10).

Т а б л и ц а 10. Классы судов в зависимости от условий плавания

Класс судна	Минимальный надводный борт, мм	Условия плавания на волнении		Удаление от берега, м
		Состояние моря, балл	Высота волны, м	
Первый	250	До 1	0,50	1000
Второй	350	До 2	0,75	3000
Третий	600	До 3	1,25	5000

Следует избегать перегрузки судна при постройке, что может привести к снижению высоты надводного борта. В частности, не рекомендуется устанавливать на суда, рассчитанные на подвесные моторы, тяжелые стационарные двигатели. Особенно опасна перегрузка носовой части, так как такое судно при ходе против волны не успевает всплывать на гребень и вода заливает палубу и кокпит.

Ничего хорошего не сулит и чрезмерная высота борта: в свежий ветер затрудняется управление катером, его сносит с курса; из-за повышения центра тяжести судно становится валким. К такому же результату приводит и увеличение объема надстроек и их высоты. При маломощном двигателе катер с развитыми надстройками вообще может не «выгрести» против ветра.

Иногда строитель вынужден отступить от размеров набора корпуса, указанных в чертежах. Например, он удлинил судно за счет увеличения расстояния между шпангоутами, вместо 8-миллиметровой фанеры на днище поставил 5 мм. Может быть, катер будет безаварийно плавать долгое время, но не выдержит первой же посадки на каменистую мель или столкновения с плавающей доской. На быстроходных глиссирующих лодках все детали корпуса подвергаются действию больших динамических нагрузок, поэтому даже при достаточном поперечном сечении стрингер или шпангоут могут разрушиться из-за дефектов древесины: косослоя, трещины, сучка.

Жесткость трюсов и водонепроницаемость наружной обшивки во многом зависят от минимальной толщины обшивки и ее подкрепления продольным и поперечным набором. Поэтому если приходится использовать фанеру меньшей толщины, то такой корпус снаружи необходимо оклеить несколькими слоями стеклоткани на полиэфирном или эпоксидном связующем; желательны поставить дополнительные днищевые и бортовые стрингера. При замене фанеры на рейки или доски может потребоваться подкрепление обшивки более частым поперечным набором — соответствующие рекомендации по этому вопросу можно найти в комментариях к публикуемому проекту, а также в разделе втором.

Характерной ошибкой многих строителей является установка двигателя, не соответствующего по своей мощности и частоте вращения типу судна. Например, были попытки заставить глиссировать «Суперкозатку» с дизелем «4ЧСП8,5/11». Водоизмещение катера с этим двигателем, весящим 420 кг (плюс масса гребного вала с винтом и вспомогательными системами) достигло 1400 кг, а удельная нагрузка составила 80 кг/кВт. Этот показатель, конечно, намного превышает цифру, при которой судно может выйти на глиссирование. В режиме же

водонзмещающего плавания поведение «Суперкозатки» оказалось не оптимальным: корпус «тянул» за собой воду, обладал неважной устойчивостью на курсе и всхожестью на волну.

Другая ошибка состоит в установке двигателя чрезмерной мощности на водонзмещающее судно, например, на катер типа «Краб». Здесь мощность свыше 20 л. с. не только не прибавляет скорости, но и вызывает большой ходовой дифферент на корму, эксплуатация катера сопровождается повышенным расходом горючего. Избежать подобных ошибок можно, учитывая сказанное в первых двух разделах о ходкости и обводах малых судов.

* * *

Особо следует обратить внимание на взаимосвязанное изменение элементов проектов парусных яхт. Если, например, строитель яхты, используя какой-либо исходный проект в качестве прототипа, увеличит все размеры на 50 %, т. е. в 1,5 раза, площадь парусности возрастет в $1,5^2 = 2,25$ раза, а водоизмещение еще больше — в $1,5^3 = 3,4$ раза. При этом остойчивость судна возрастает в большей степени, чем площадь парусности, яхта оказывается недогруженной парусами и не развивает соответствующей своей длине по ватерлинии скорости под парусами. Для предварительной прикидки элементов новой яхты по сравнению с прототипом можно воспользоваться воспроизводимым на рис. 48 графиком яхтенного конструктора А. Сэндисона.

Предположим, что отношение длины по ватерлинии новой яхты к длине прототипа выбрано равным R . Умножив все продольные размерения корпуса, размеры паруса по ширине и поперечные сечения рангоута на это число, полу-

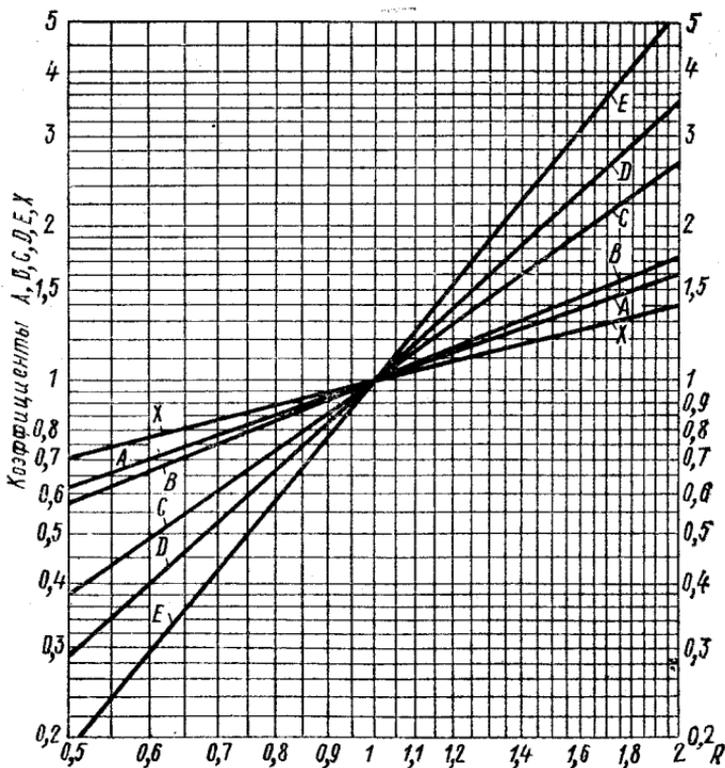


Рис. 48. График А. Сэндисона для определения элементов яхты по прототипу.

чают новые размеры этих элементов. Коэффициент, снятый для данного числа R с кривой A , используется для определения всех поперечных размеров корпуса; с кривой B — высоты мачты и парусов; с кривой C — веса парусов; с кривой D — площади парусности; с кривой E — водоизмещения, массы балласта, разрывной нагрузки такелажа, а также приблизительной мощности вспомогательного двигателя; наконец, коэффициент, полученный с кривой X , дает возможность приблизительно определить максимальную скорость яхты под парусами и давление, ветра, кренящее яхту на заданный угол относительно яхты-прототипа.

Рассмотрим использование этого графика для случая увеличения яхты «Нерпа» (см. предыдущие издания книги) до длины 7,5 м. Основные данные яхты «Нерпа»: длина наибольшая — 5,68 м; длина по ватерлинии — 4,68 м; ширина наибольшая — 2,12 м; осадка килевого варианта — 0,90 м; водоизмещение — 930 кг; масса балласта — 200 кг; площадь парусности — 16 м².

Отношение $R = 7,5 : 5,68 = 1,27$. Длина по ватерлинии новой яхты должна быть равна $1,27 \times 4,68 = 6,18$ м; диаметр сплошной деревянной мачты $1,27 \times 78 = 103$ мм.

По рис. 48 для $R = 1,27$ величина коэффициента $A = 1,18$; следовательно наибольшая ширина корпуса будет $1,18 \times 2,12 = 2,5$ м.

Коэффициент $B = 1,2$; высота мачты на новой яхте должна быть $1,2 \times 6,80 = 8,15$ м.

Коэффициент $D = 1,55$; новая площадь парусности $1,55 \times 16 = 24,8$ м².

Коэффициент $E = 1,8$; водоизмещение новой яхты — $1,8 \times 930 = 1680$ кг; масса фальшкиля — $1,8 \times 200 = 360$ кг; в той же пропорции следует повысить и разрывные нагрузки тросов стоячего такелажа.

Коэффициент $X = 1,10$. Это значит, что новая яхта при размерениях и площади парусности, установленных рассмотренным выше методом, будет иметь скорость хода при свежем ветре примерно на 10 % выше, чем яхта-прототип. Новая яхта получает такой же крен, что и «Нерпа», при ветре, создающем давление на 10 % выше. (Правда, это весьма грубая оценка скорости и остойчивости яхты, которые зависят от многих неучитываемых факторов.)

* * *

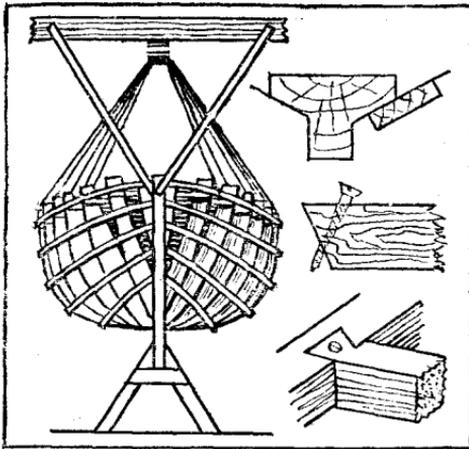
При проектировании обводов корпуса малого судна, помимо приведенных выше соображений, конструктор учитывает свойства основного материала корпуса и технологию его постройки. Если применяется стеклопластик или шпон, необходимо предусмотреть возможность выемки корпуса из матрицы (или съема «скорлупы» с пуансона) — предусмотреть небольшой (2—5°) развал бортов, транца, боковых стенок киля и т. п. наружу. При наличии завала борта матрица или сам корпус должны быть съемными.

При обшивке рейками необходимо знать минимальные радиусы гибки, при которых не требуется распаривание заготовок перед установкой (см. стр. 103).

При постройке металлических судов также нельзя не учитывать того, что всякого рода двойная кривизна обшивки требует горячей гибки листов или применения особого прессового оборудования, изготовления гибочных каркасов, постелей, шаблонов и т. п.

Поверхности судов с фанерной обшивкой должны разворачиваться на плоскости — быть цилиндрическими или коническими, так как этот материал можно изгибать только в одном направлении, потому что он не имеет способности к пластической деформации. Теоретический чертеж таких судов проектируется лучевым методом.

Таким образом, любые изменения размерений и обводов строящегося корпуса должны быть тщательно продуманы и обоснованы.



2

ПОСТРОЙКА СУДНА

Глава 3 МАТЕРИАЛЫ И СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

§ 1. Древесные пиломатериалы и фанера

Малые суда, проекты которых помещены в этой книге, могут быть построены из дерева, фанеры, стеклопластика и металла. Однако и сегодня наиболее доступным для судостроителя-любителя вариантом остается древесина — легкий, достаточно прочный и легко обрабатываемый материал. Возможность использовать при постройке синтетические водостойкие клеи и фанеру позволяет конструктору и строителю по-новому использовать этот древний судостроительный материал.

Из всего многообразия пород древесины, распространенных в нашей стране, для постройки корпусов судов могут использоваться не более десятка — отличающиеся влагостойкостью и прочностью.

Для изготовления наружной обшивки пригодны хвойные породы, содержащие в своих волокнах смолу, и дуб, в древесине которого имеются дубильные вещества, препятствующие загниванию. Из ясеня можно делать шпангоуты и набор. Другие породы в судостроении можно применить только для деталей внутренней обшивки и то после принятия специальных мер для защиты их от загнивания. Бук на малом судне лучше не применять, так как в условиях повышенной влажности он быстро загнивает и «задыхается» без доступа воздуха, если его защитить водостойкими покрытиями.

Наибольшее применение в малом судостроении получили сосна, ель, лиственница, кедр, дуб и ясень, а из импортируемых в СССР пород — красное дерево различных разновидностей и гондурасский кедр.

Сосна имеет высокую прочность, легка (объемный вес 0,51—0,55 т/м³), прямослойна, легко обрабатывается. Применяется для всех деталей набора и наружной обшивки. Следует предпочитать мелкослойную сосну желтоватого оттенка.

Ель — менее прочна, легко колется, но обладает хорошей водостойкостью. Считается хорошим материалом для наружной обшивки, шпангоутов, продольного набора. Объемный вес — 0,46 т/м³.

Лиственница обладает твердой прочной древесиной, с прямыми мелкими слоями. Объемный вес — 0,66 т/м³. Доски из лиственницы не коробятся в такой степени, как из ели или сосны, но легко раскалываются и дают трещины при переменном воздействии воды и солнца. Для обшивки малых судов ее лучше не применять.

Сибирский кедр — легкая (объемный вес 0,44 т/м³), плотная мягкая порода древесины; хорошо обрабатывается. Пригоден для обшивки и деталей набора.

Дуб — очень прочная и твердая древесина, не только хорошо сохраняющаяся в воде, но и не теряющая в ней упругости. Дуб применяется для изготовления деталей набора корпуса; он является незаменимым материалом для изготовления форштевней, килля, скуловых стрингеров, наиболее нагруженных шпангоутов, хотя обработка дуба сравнительно трудоемка. Объемный вес — $0,72 \text{ т/м}^3$. В отличие от хвойных пород, прочность дуба тем выше, чем шире годовичные слои, так как в широких слоях преобладает более плотная и твердая летняя древесина.

Древесина ясеня также обладает твердостью и упругостью и, кроме того, сравнительно легко обрабатывается. Объемный вес — $0,66 \text{ т/м}^3$. Употребляется ясень для изготовления гнутых шпангоутов, бимсов, круглых и овальных комингсов. В ясене хорошо держится крепежный материал — гвозди и шурупы. Если, например, для ели сопротивление выдергиванию забитых гвоздей принять за 1,0, то у сосны оно будет 1,7, у дуба — 2,1, у ясеня — 2,5. Следует отметить, что при плохой вентиляции помещений судна ясень быстро теряет свои качества, а дубильная кислота, содержащаяся в дубе и ели, способствует интенсивному разрушению незащищенного стального крепежа.

Если какая-либо деталь набора, предусмотренная в проекте из сосны, изготавливается из дуба или ясеня, площадь ее поперечного сечения можно уменьшить на 10 %.

Из пород красного дерева в судостроении наиболее часто используют махагон. Эта древесина имеет красивую текстуру коричневатого-красного или коричневого цвета; она плотная, твердая и тяжелая (объемный вес — $0,54 \div 0,75 \text{ т/м}^3$). Красное дерево отличается малым поглощением влаги, высокой стойкостью против гниения, мало коробится и очень редко трескается. Эта порода широко применяется для наружной обшивки, переборок и отделки внутренних помещений катеров и яхт высшего качества.

Гондурасский кедр имеет мягкую древесину красноватого цвета с объемным весом $0,5—0,65 \text{ т/м}^3$, легко обрабатывается. Применяется для обшивки легких гоночных лодок и яхт. Легко впитывает влагу, поэтому чаще всего кедровую наружную обшивку защищают несколькими слоями водостойкого лака.

Береза в малом судостроении используется, главным образом, в виде фанеры или шпона (узкие тонкие полосы, из которых выклеивают скорлупную обшивку небольших шлюпок и катеров).

Древесина как судостроительный материал обладает и рядом отрицательных свойств, которые следует учитывать при постройке корпусов.

Влажность — содержание влаги в древесине в процентном отношении к ее массе — определяет не только основные технологические свойства материала, но и устойчивость формы готовых конструкций, и их прочность. При постройке судов применяют древесину с содержанием влаги от 12 до 18 %. Более сухой материал не рекомендуется, так как при набухании древесины в готовой конструкции ее линейные размеры увеличиваются, появляются большие нагрузки, вследствие которых возможно разрушение крепежа и потеря плотности соединений. С другой стороны, обработка строганием заготовок из древесины влажностью выше 20 % затруднена, а клеевые соединения получаются непрочными.

В домашних условиях оценить влажность древесины можно при помощи «химического» карандаша, который при излишней влажности оставляет на заготовке чернильный след. При строгании воздушно-сухой (12—18 % влажности) древесины рубанок должен снимать тонкую непрерывную стружку, завивающуюся в спираль. Если только что снятая стружка легко ломается в руках, — материал пересушен. Наоборот, сырая стружка обладает гибкостью, ее влажность можно ощутить даже на ошупь.

Если деталь сделать из сырой заготовки, то при сушке размеры ее поперечного сечения сильно изменятся. В радиальном направлении (от сердцевинного ствола дерева наружу) — размер сечения уменьшается на 3—5 %, а в тангенциальном направлении (по касательным линиям к годовичным слоям) — до 10 %. Усушка вдоль волокон составляет всего лишь 0,1—0,3 %, так что ее можно не учитывать.

В таком же процентном отношении происходит и увеличение размеров заготовок при их разбухании.

Так как усушка пиломатериалов в различных направлениях неодинакова, она сопровождается их **короблением** — потерей плоской формы, а иногда и рас-

трескиванием. В наибольшей степени усыхание происходит в пиломатериалах, вырезанных из заболонной части бревна — ближе к коре (рис. 49). Если такая доска попадает в обшивку лодки, она сразу же начинает «дышать» при изменениях влажности. Поэтому желательно подбирать доски для обшивки из частей бревна, расположенных поближе к сердцевине, — так называемой радиальной распиловки, когда годовые слои располагаются близко к перпендикуляру к пласти доски. Доски тангенциальной распиловки — с расположением годовых слоев к пласти под углом менее 60° для ответственных деталей лучше не применять.

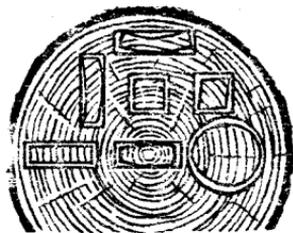


Рис. 49. Коробление деталей, вырезанных из различных частей бревна, при их сушке.

Древесина не обладает однородной структурой строения и нередко включает разного рода пороки, снижающие прочность материала: сучки, трещины, косослой, свилеватость и т. п. Для деталей набора и обшивки необходимо отбирать наиболее качественную древесину.

Сучки, особенно выпадающие и загнившие, при заготовке деталей должны быть удалены в отходы. В крайнем случае сучок можно высверлить из доски и вклеить вставку из здоровой древесины. Если эта доска пойдет на обшивку или на настил палубы, то изнутри на место заделки ставится накладка. Совершенно недопустимы рыхлые и табачные сучки, представляющие собой остатки в стволе дерева ветвей, пораженных гнилью. С этих сучков обычно начинается загнивание остальной древесины.

Для деталей набора непригодны рейки и доски, имеющие косослой — отклонение волокон от прямого направления, параллельного кромке рейки, на величину более 8—10 % (8—10 мм на метр длины заготовки). Косослой заметно снижает прочность детали и при эксплуатации судна приводит к ее растрескиванию. В ограниченном количестве косослойные рейки можно использовать в ламинированных деталях. Следует учитывать, что доски из косослоя при сушке особенно сильно коробятся.

Для деталей корпуса не следует использовать доски с сердцевинной трубкой и внутренней заболонью, которую часто можно обнаружить в виде участков более светлого тона, чем основная древесина, на заготовках из дуба. Эти участки легко загнивают и обладают повышенным влагопоглощением.

Являясь материалом органического происхождения, древесина подвержена грибковым заболеваниям, особенно при плохой защите деталей лакокрасочными покрытиями или пластмассами. Процесс гниения быстро распространяется по всей конструкции корпуса.

В первой начальной стадии гниения древесина изменяет свой цвет без разрушения клеток и снижения прочности волокон. Синевая, «кофейная темница», красная, пятнистость — все это разновидности начальной стадии загнивания древесины, которые должны удаляться строганием до здоровой древесины. Гниlostные окраски, проникшие на глубину более 2 мм, в деталях корпуса не допускаются.

Во второй стадии гниения древесина разрушается, уменьшается ее твердость. Разновидности такой гнили — пестрая ситовая в виде бурых участков с белыми или желтоватыми пятнами, трухлявая и белая мраморная — с темными прожилками. Пораженные ею участки должны вырезаться в отходы вместе с прилегающими к ним участками здоровой древесины.

Древесина, особенно если пиломатериалы вырезались из сплавных бревен, может иметь и различного рода химические окраски (красновато-синюю, бурозинюю, чернильные пятна, оранжевую и т. п.), которые появляются в результате окисления дубильных веществ и химических изменений в живых клетках. Эти виды окраски пороком не являются и такая древесина считается пригодной для постройки корпуса.

Заготавливая доски и рейки, следует учитывать припуск на чистовую обработку. При строгании вручную снимается обычно 1,5—2 мм с каждой стороны

доски. Если материал заготавливается сырой, нужно предусмотреть также припуск на усушку — около 1 мм на сторону.

Для обшивки палубы и надстроек малых судов широко применяется фанера.

Наиболее прочной и водостойкой является бакелизированная фанера (ГОСТ 11539—65). Она выпускается марок БФС и БФВ толщиной 5, 7, 10 и 12 мм листами от 1,5 до 4,9 м длиной. Поверхность бакелизированной фанеры покрыта слоем смолы и выглядит, как лакированная. Ею можно обшивать не только суда с остроскулыми обводами, но и кругоскулые корпуса, предварительно распустив лист фанеры на полосы необходимой ширины. Бакелизированная фанера имеет большой объемный вес — до 1,2 т/м³, она тонет в воде. При окраске необходимо удалять с нее наружный слой смолы.

Фанера марок БФС изготавливается с применением спирторастворимых смол; у БФВ-1 средние слои склеены водорастворимыми смолами, а рубашки пропитаны спирторастворимыми смолами; фанера марки БФВ-2 изготавливается полностью на водорастворимых смолах. Фанеру марки БФС можно склеивать как по пласти, так и «на ус»; листы марок БФВ рекомендуется склеивать только по пласти (с применением стыковых накладок), так как при склеивании «на ус» не достигается необходимая прочность соединения.

Авиационная березовая пятислойная фанера БС-1, БП-1 и БПС-1 (ГОСТ 102—49) также обладает высокой прочностью и водостойкостью. Она легче бакелизированной. Слой этой фанеры склеены бакелитовой пленкой и смолой С-1. Изготавливается в листах от 0,8 × 1,0 до 1,5 × 1,5 м толщиной от 1 до 12 мм.

Для корпусов небольших моторных лодок при условии тщательного покрытия корпуса (лучше — оклейки стеклопластиком) может быть применена строительная фанера ФСФ или ФК по ГОСТ 3916—69.

Достаточной водостойкостью может обладать и декоративная фанера, которой любители обшивают лодки, обращая ее окрашенной стороной внутрь корпуса.

В том случае, когда марка фанеры неизвестна, ее пригодность для постройки судна можно установить по следующим признакам. У фанеры, склеенной белковым альбуминным клеем, в расщепе между слоями видны буро-черные ноздреватые его следы. Такая фанера абсолютно непригодна для конструкций, которые соприкасаются с водой. У фанеры, склеенной казеиновым клеем, слой клея плотный, роговидный, светло-серого цвета. Такая фанера может применяться для внутреннего оборудования катера или лодки.

Фанера, изготовленная на смоляных клеях, наиболее водостойка. Цвет клеевого слоя у такой фанеры или коричневый, или буро-красный. Можно убедиться в водостойкости фанеры, замочив образец ее на сутки в воде и прокипятив его затем в течение часа. После этого прочность испытуемого образца на отрыв слоев не должна заметно ухудшаться.

Для большей гарантии фанеру неизвестной марки следует пропитать горячей олифой. В крайнем случае, для обшивки судна можно применить обычную строительную фанеру, но пропитанную олифой. Поверхность фанеры покрывается натуральной олифой и проглаживается утюгом, нагретым до температуры 150—200 °С. Процедура повторяется до тех пор, пока фанера не перестанет впитывать олифу. Обычно это происходит после третьей пропитки. Внутреннюю сторону обшивки надо пропитать до установки на набор, наружную — после. На пропитанной олифой фанере слой краски держится плохо, особенно у шляпок гвоздей и шурупов, головок болтов (если они не утоплены в обшивку). Поэтому слой краски рекомендуется армировать тканью.

Строительную фанеру, пропитанную олифой, лучше всего оклеить тонкой стеклотканью на эпоксидном связующем или на лаке БС или БТ (ГОСТ 5470—50). Годится также и обычная марля. Оклейка производится таким образом: на пропитанную олифой фанеру наносится слой лака; через несколько часов, когда лак загустеет, на него накладывается ткань, которая приглаживается торцовочной кистью (кисть надо периодически смачивать скипидаром); после нескольких дней сушки поверхность снова покрывается слоем лака, затем сушится. Высохшую поверхность можно шпаклевать, шкурить и красить.

Оклеивать обшивку рекомендуется с двух сторон, причем внутреннюю поверхность нужно оклеивать до установки набора. Оклейку можно производить на нитроэмалевой или нитроглифталевой краске с применением более плотных сортов материи — бязи и миткаля. Для этого грунтованная жидкой краской фанера после высыхания покрывается толстым слоем густой нитрокраски. Затем на фанеру накладывается ткань, которая с торцов при помощи кисти смачивается растворителем для нитрокраски. После просушки поверхность можно шпаклевать и красить.

§ 2. Крепежные детали

Основным крепежом, с помощью которого любитель соединяет детали в узлах корпуса лодки, служат гвозди и шурупы. В судостроении используют обычно гвозди-заклепки из красномедной проволоки и латунные шурупы или стальной оцинкованный крепеж.

Красномедные гвозди в продажу не поступают, но их несложно сделать самому из медной проволоки в специальном приспособлении — гвоздильне. Она состоит из двух стальных планок 1, приваренных к дужке 2 из проволоки (рис. 50). В планках, соединенных вместе, просверливают отверстия диаметром на 0,1—0,2 мм меньше диаметра проволоки. Для образования шляпки на одном конце отверстий делают зенковку.

Нарезанные по размеру гвоздей куски проволоки 3 вставляют в отверстия так, чтобы над планкой возвышался конец в 5—6 мм, после чего гвоздильню зажимают в тиски 4. Из выступающей части проволоки легкими ударами ручника делают шляпку гвоздя. Удары наносят попеременно тупым и заостренным концом молотка. Металл должен заполнить луночку гвоздильни равномерно и без разрывов. Острые концы гвоздей можно слегка заточить на наждаке, имея в виду, что гвозди, как правило, забивают в заранее рассверленное отверстие (диаметр сверла — на 0,1 мм меньше диаметра гвоздя). Только под гвозди диаметром менее 2,5 мм отверстия допускается не сверлить, поэтому концы таких гвоздей следует заострить нормальным образом.

Для запрессовки клеевых соединений деталей набора с фанерными кницами, флорами и т. п. можно использовать сапожные латунные гвозди 2 × 16, поступающие в продажу.

Обычные стальные шурупы и гвозди, купленные в магазине, можно сдать для оцинковки в мастерские, которые есть в любом городе. Существует также способ горячей оцинковки в условиях самодеятельной верфи. Для этого надо иметь коксовый горн, стальной ковш (или тигель) и клещи. Перед оцинковкой

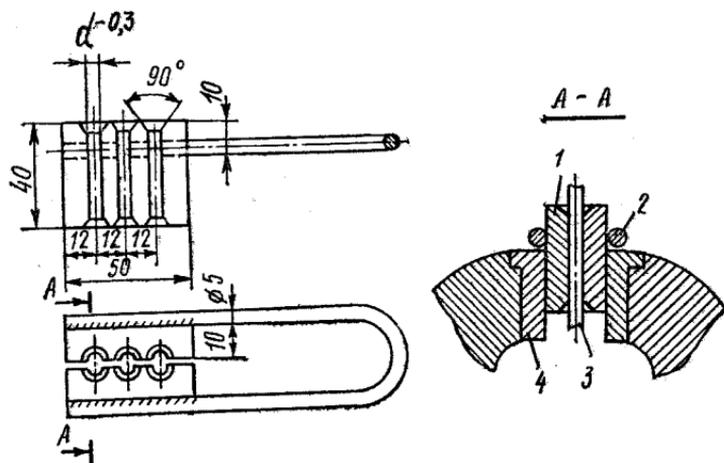


Рис. 50. Самодельная гвоздильня.

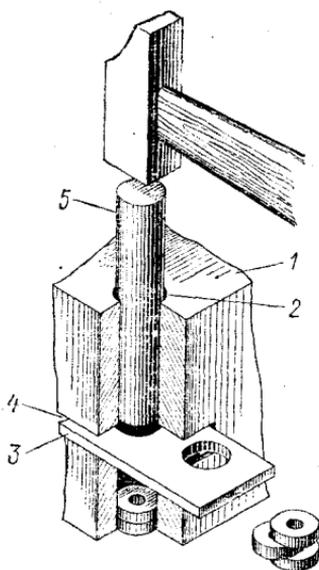
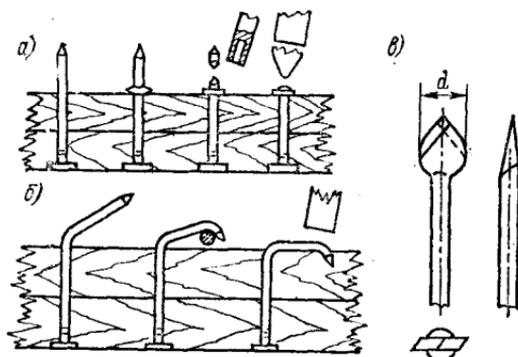


Рис. 51. Приспособление для вырубki медных шайб.

Рис. 52. Применение гвоздей: а — конец гвоздя расклепывается на шайбе; б — конец гвоздя загибается; в — сверло из проволоки.



детали очищают от грязи, ржавчины и окалины металлическими щетками, а затем протравливают в растворе соляной кислоты. После этого детали промывают в теплой воде и опускают на несколько секунд в хлористый цинк, не прикасаясь к ним руками. Затем крепеж сушат и приступают к оцинковке, которую можно делать двумя способами.

При первом способе в расплавленный в тигле цинк добавляют десятую долю чистого олова, затем бросают в тигель немного нашатыря и через его пленку погружают в раствор оцинковываемую деталь.

При втором способе деталь предварительно опускают на 2—3 секунды в крепкий раствор нашатыря, стряхивают раствор до последней капли, а затем медленно и осторожно погружают деталь в расплавленный цинк. Этот способ опасен тем, что случайно оставшаяся капля нашатыря может вызвать выплескивание металла из тигля. Когда поверхность деталей сплошь покроется ровным слоем цинка, их бросают на пол, чтобы при ударе с них слетели излишки расплавленного цинка. Оцинковывать детали надо обязательно в защитных очках, в брезентовом костюме и в перчатках.

На худой конец, можно употребить и неоцинкованный крепеж, но его надо предварительно накалил до вишневого цвета и опустить в олифу. В крайнем случае до установки крепеж можно опустить в лак, густую краску или олифу. Однако рассчитывать на долгую жизнь лодки, построенной на таком крепеже, не приходится.

При постройке малых судов на верфях концы гвоздей-заклепок расклепывают на красномедных шайбах. Подобные же шайбы можно сделать самому при помощи несложного приспособления (рис. 51). Делается оно из стального бруска 1, в котором сверлят отверстие 2 диаметром, равным диаметру шайбы. От края бруска перпендикулярно оси отверстия делают прорезь 4 шириной в две толщины металла, из которого изготовляются шайбы. В верхнюю часть вставляют стальной пуансон (пробойник) 5, имеющий диаметр на 0,2—0,5 мм меньше диаметра отверстия 2. В прорезь закладывают полосу или кромку листа 3, из которого вырубается шайбы. Вырубка производится легкими ударами молотка по пуансону. Верхняя часть канала в бруске служит направляющей для пуансона, нижняя — накопителем для шайб.

Отверстия в шайбах можно просверлить или вырубить таким же способом, для чего необходимо сделать еще один канал в бруске, причем его нижняя часть — под полосой, из которой вырубается шайбы, должна иметь соответствующий диаметр, а нижний конец пробойника должен быть проточен по диаметру отверстия в шайбе.

Таблица 11. Размеры гвоздей в зависимости от толщины фанеры, мм

Толщина фанеры	Размер гвоздя	Шаг крепления	
		по кромкам	по шпангоутам и бимсам
4	2×22	30—40	100
6	2,5×22	35—50	100—125
8	3,0×30	60—80	125—150
12	3,5×40	80—100	150
16	4,5×50	100	150

При использовании гвоздей их ставят таким образом, чтобы расстояние от кромки доски до гвоздя было не менее 3 его диаметров, а от торца доски до гвоздя — не менее 6*d*. Если вдоль кромки доски забивают несколько гвоздей, их нужно ставить не по одной прямой, а в шахматном порядке, чтобы не расколоть доску по годичному слою.

Гвоздь может быть вбит (через заранее просверленное отверстие) в дерево или же пробит сквозь скрепляемые детали. На вышедший конец гвоздя надевают шайбу, осаживают ее до плотного прилегания к поверхности детали при помощи обжимки или грубки подходящего диаметра, конец гвоздя откусывают, оставляя 2—3 мм на расклепывание. Расклепывают конец гвоздя, нанося легкие удары попеременно то плоской, то острой частью молотка до тех пор, пока образующая головка не закроет внутреннего диаметра шайбы. Со стороны шляпки при этом гвоздь поддерживают стальным бруском или тяжелым молотком (рис. 52, а).

Конец гвоздя можно также загнуть и утопить его в древесину (рис. 52, б). Важно, чтобы гвоздь был сильно подтянут к слоям дерева. Во всех случаях головки гвоздей утапливают в древесину.

Для просверливания отверстий под гвозди удобно пользоваться не обычным сверлом, которое легко сломать, а сделанным из гвоздя или стальной проволоки. Конец гвоздя расплющивается и затачивается, как показано на рис. 52, в. Ширина расплющенной части должна быть равна диаметру отверстия, которое надо будет просверлить.

Рекомендуемые размеры гвоздей для крепления фанерной обшивки к набору приведены в табл. 11.

Под шурупы с потайной головкой отверстия сверлят двумя сверлами: под нарезанную часть шурупа — диаметром *A*, под гладкую часть — диаметром *B* и под головку — зенковкой диаметром *B* (рис. 53, а). Диаметр отверстия *A* подбирается в зависимости от твердости древесины. Например, для шурупа диаметром 4 мм в дубе нужно сверлить отверстие *A* диаметром 3,2 мм, в сосне — 2,5 мм. Глубина и диаметр отверстия *B* подбираются по гладкой части шурупа. Для 4-миллиметровых шурупов, например, этот диаметр принимается равным 3,8—3,9 мм. Существуют специальные сверла, сделать которые стоит для наиболее ходовых размеров шурупов, если их несколько сотен. Шурупы не должны проходить насквозь; они должны быть короче суммарной толщины соединяемых деталей, по крайней мере, на 3 мм.

При завинчивании шурупов нельзя допускать их проворачивания и перекоса в отверстие; не следует также забивать их ударами молотка; молотком можно лишь ввести шуруп в отверстие и придать ему

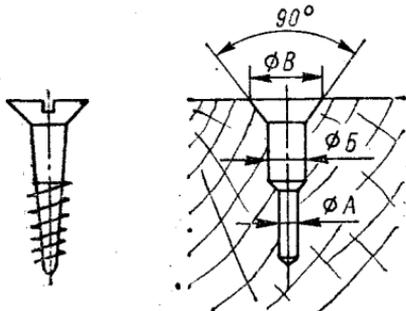


Рис. 53. Отверстие в детали под шуруп.

нужное направление. Для облегчения работы шурупы можно заворачивать коловоротом или дрелью со вставленной в патрон вместо сверла отверткой.

Рекомендуемые размеры шурупов и шаг в соединениях для лодок с фанерной обшивкой приведены в табл. 12.

Т а б л и ц а 12. Размеры шурупов в зависимости от толщины фанеры, мм

Толщина фанеры	Размеры шурупов					
	По килю и скуле		По стрингерам		По транцу и форштевню	
	Шуруп	Шаг	Шуруп	Шаг	Шуруп	Шаг
4	4×20	60	4×20	120	4×20	40
6	4×20	75	4×20	150	4×25	50
10	4×25	75	4×25	150	4×30	50
12	4×40	75	4×40	150	4,5×50	50

Для соединения отдельных деталей корпуса могут применяться болты. Диаметр болта d должен быть равен примерно 15 % его длины. При установке болтов вдоль волокон расстояние между их осями выдерживается не менее $6d$, а при расположении поперек — не менее $3d$. Расстояние от оси болта до кромки доски должно быть не менее $2,5d$, а до торца — не менее $(6 \div 8)d$.

Головки болтов, шурупов и гвоздей утапливают ниже поверхности наружной обшивки на 1,5—2 мм. Углубление затем шпаклюют древесной мукой (или опилками), замешанной на клее ВИАМ Б-3 или на эпоксидной смоле. В обшивке из досок головки шурупов могут быть заделаны деревянными пробками. Вытачивают пробки при помощи полого сверла из той древесины, в которую они будут ставиться. Забиваются пробки с натягом 0,5—0,8 мм в тщательно очищенные отверстия. Направления волокон древесины у забитой пробки и у доски обшивки должны совпадать для возможности ее обработки строганием.

В тех случаях, когда есть опасность расколоть деталь, ставя в нее рядом несколько шурупов или гвоздей, лучше располагать их в шахматном порядке, по разным слоям древесины с расстоянием между ними в 2—4 диаметра.

§ 3. Клеи и склеивание

Клей. Для склеивания основных деталей корпуса (форштевней, обшивки, палубы и т. п.) необходимы водостойкие смоляные клеи, такие, как ВИАМ Б-3, КБ-3, КДМ-6, эпоксидные.

ВИАМ Б-3 — водо-, масло- и бензостойкий фенолформальдегидный клей холодного отверждения. Его основным компонентом является фенольно-баритовая смола ВИАМ Б, которую перед склеиванием разжижают техническим ацетоном или спиртом-сырцом. Отвердителем является керосиновый контакт 1-го сорта (контакт Петрова). Для приготовления клея в 100 вес. ч. смолы добавляют 10 вес. ч. ацетона или спирта, перемешивают, добиваясь равномерного растворения смолы, затем вливают керосиновый контакт в количестве 16—20 вес. ч. Более точно необходимое количество контакта можно определить, разделив 1400 на кислотное число контакта. Клей с введенным контактом тщательно перемешивают примерно в течение 10 мин. до получения однородной смеси. Вязкость клея должна быть такой, чтобы он стекал с палочки (мешалки) тонкой непрерывной струей. Клей, приготовленный таким образом, годен к употреблению в течение 2—4 часов, поэтому готовить его нужно небольшими порциями. Необходимое количество клея можно определить из расчета его расхода при нанесении на одну поверхность 180—250 г/м²; на обе — 250—300 г/м².

При работе с этим клеем следует иметь в виду, что смола выделяет фенол — токсичное вещество, вредно действующее на органы дыхания и кожу, поэтому все работы нужно вести на открытом воздухе или в хорошо вентилируемом помещении.

В продажу поступает эпоксидный клей ЭД-5, который приготавливается из смолы ЭД-5 (100 вес. ч.) и отвердителя — полиэтиленполиамина (6,5 вес. ч.). Приготавливают клей небольшими порциями (он действует в течение 45—75 мин.), вливая в смолу полиэтиленполиамин и тщательно перемешивая смесь в течение 5—7 мин. Если клей получается слишком вязким, в него можно ввести немного растворителя — толуола, ацетона или спирта.

Достоинством эпоксидного клея является сравнительно небольшое давление запрессовки — не более 0,5 кгс/см². Расход эпоксидного клея примерно такой же, как и ВИАМ Б-3.

Для склеивания деталей корпуса можно применять также эпоксидный компаунд К-153, чехословацкую эпоксидную смолу «Эпокси-2000», клей «Киттифакс». При хорошей подгонке склеиваемых деталей возможно применение поливинилацетатного клея ПВА. Клей ПВА наносят на обе склеиваемые поверхности тонким слоем; после открытой выдержки в течение 5 мин. детали складывают вместе и через 10 мин. закрытой выдержки создают давление — не более 0,5 кгс/см². Продолжительность склеивания зависит от температуры воздуха и колеблется от 1—2 ч до суток.

Клей К-17 приготавливают из смеси мочевиноформальдегидной смолы МФ-17 (100 вес. ч.) с древесной мукой (8 вес. ч.); отвердителем служит 10 %-ный раствор щавелевой кислоты в воде. Количество воды регулируется в зависимости от требуемой вязкости клеювого раствора. Клей применяют после тщательного перемешивания; действует он в течение 2—6 ч.

Для деталей, непосредственно не соприкасающихся с водой (рангоут, внутреннее оборудование), могут применяться казенные клеи. Они выпускаются следующих марок: В-105, В-107 и ОБ. Лучшим является клей марки В-105. Для приготвления раствора казенного клея порошок казеина разводят в чистой питьевой воде комнатной температуры при соотношении его с водой как 1:1,7 или 1:2, в зависимости от требуемой начальной вязкости. Клеювой раствор сохраняет рабочую вязкость в течение не менее 4 ч после приготовления. Для ее сохранения воду, используемую для растворения порошка, рекомендуется летом охлаждать до 10 °С, а при работе в холодном помещении (в пределах от +6 до +15 °С) употреблять подогретую до +25 °С. Клей нужно наносить на обе поверхности из расчета 700—1000 г/м² (230—340 г сухого порошка). Заготовки, покрытые клеем, выдерживают на воздухе 2—5 мин., затем соединяют. Закрытая пропитка продолжается 5—20 мин., после чего склеиваемые детали запрессовывают. Продолжительность выдержки под давлением при склеивании без нагрева составляет: для прямолинейных деталей — 6 ÷ 8 ч, для изогнутых — 10 ÷ 18 ч. Обработка деталей возможна через 2—3 ч после снятия давления.

В крайнем случае казенный клей можно использовать и для склеивания деталей набора самых маленьких лодок. После склеивания надо тщательно защитить поверхности деталей, особенно в районе клеювого соединения, от влаги, пропитав их горячей олифой или покрыв лаком. Водостойкость клея можно повысить, введя в него портландцемент и антисептик. На 100 вес. ч. клея В-107 (в порошке) добавляют 75 вес. ч. цемента марки 200 и выше и 3 вес. ч. динитрофенола или оксидифенола. Цемент нужно применять самого тонкого помола и без посторонних примесей.

Заготовки и детали для склеивания любым клеем должны быть соответствующим образом подготовлены. Влажность древесины не должна превышать 12—18 %; склеиваемые поверхности нужно тщательно подогнать, прострогать и очистить от грязи. Нужно помнить, что чем тоньше будет слой клея, тем прочнее соединение. Толщина клеювой пленки не должна превышать 0,3—0,5 мм.

Смоляной клей наносят на обе поверхности кистями, тонким слоем. Сквозь клей должна быть видна текстура древесины. Этот первый слой впитывается древесиной, поэтому нужно выдержать заготовки в течение 5—10 мин., затем нанести второй слой и соединить детали, прижимая их друг к другу с помощью струбцины, цвиконок или грузов таким образом, чтобы создать давление от 2 до 4 кгс/см². В некоторых случаях требуемое давление запрессовки обеспечивается гвоздями и шурупами. Необходимое для этого количество крепежа можно прикинуть из расчета, что один шуруп диаметром 3—4 мм и длиной 25—30 мм создаст местное давление 50—70 кгс; один гвоздь 2 × 20 = около 20 кгс.

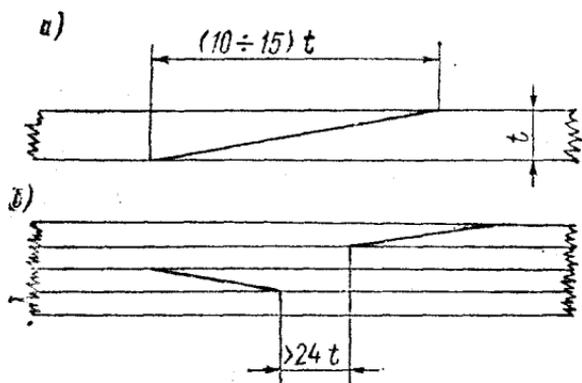


Рис. 54. Усовые соединения реек: а — сплошной брус; б — клееная деталь.

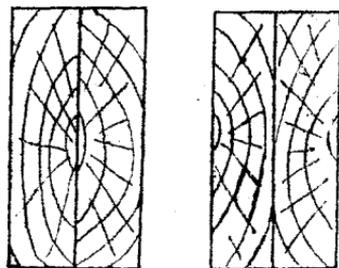


Рис. 55. Правильное расположение годовых слоев в деталях.

Детали под давлением выдерживают в течение 15—20 ч; обрабатывать же их следует не ранее, чем через сутки после склеивания.

Клеить в сырую, холодную погоду, в туман и дождь нельзя. Лучше всего это делать при комнатной температуре и влажности воздуха примерно 60%. Для ускорения полимеризации клея запрессованные детали можно подогревать до температуры 50—60°C, например, при помощи отражательных электрогрелок — рефлекторов.

Клеевые соединения. Использование клея существенно расширяет возможности судостроителя-любителя. Клеевые соединения позволяют применять для изготовления многих длинных деталей (пояска наружной обшивки, детали продольного набора и т. п.) короткомерный материал, удаляя из заготовок пороки древесины. При помощи клея проще обеспечить плотность и водонепроницаемость тех узлов, где эти качества особенно важны. Не составляет труда получить детали большого поперечного сечения, набрав их в виде пакета склеенных между собой реек. Используя тонкие рейки, можно изготавливать детали большой кривизны без предварительного распаривания заготовок. Для повышения прочности отдельных деталей, подверженных большим переменным нагрузкам (фундаментные балки под двигатель, флоры, шпангоуты) их можно оклеить по пластям слоями фанеры, что предотвратит растрескивание древесины.

Наиболее распространенным способом соединения деталей по длине является склеивание «на ус» (рис. 54). Стыкуемые концы деталей сострагивают при этом под одинаковым углом. Длина заусовки принимается равной 10—15 толщинам стыкуемых реек. Подобные усовые соединения применяются при изготовлении гнукотклееных деталей, мачт и других брусев, собираемых из нескольких слоев по толщине. При этом стыки в соседних слоях разносят один от другого на расстояние не менее 24 толщин рейки. Смежные рейки следует располагать так, чтобы сторона одной рейки, ближайшая к наружному диаметру сечения ствола дерева (заболонная часть) прилегала к такой же стороне другой (или наоборот — сердцевина к сердцевине). Это нетрудно установить по годовым слоям (рис. 55).

При выполнении усового соединения на стыкуемых концах реек или досок размечается длина заусовки; затем основную часть древесины удаляют на дисковой или ленточной пиле или же стесывают топором. Потом обе рейки укладывают рядом на верстак, закрепляют их при помощи струбцин таким образом, чтобы концы реек совпали с торцом верстака, и обрабатывают склеиваемые поверхности полужуганком за один проход (рис. 56). Это гарантирует идентичный угол заусовки на обоих концах и плотность прилегания поверхностей. Если одновременно готовятся к склейке несколько реек, каждую пару следует пометить.

При склеивании обе поверхности намазывают клеем и после выдержки запрессовывают при помощи струбцин. Для равномерного распределения давления с обеих сторон стыка под зажимы струбцин подкладывают обрезки досок соот-

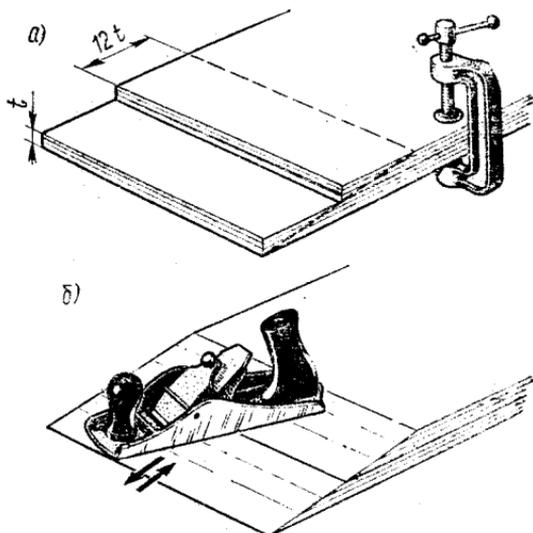
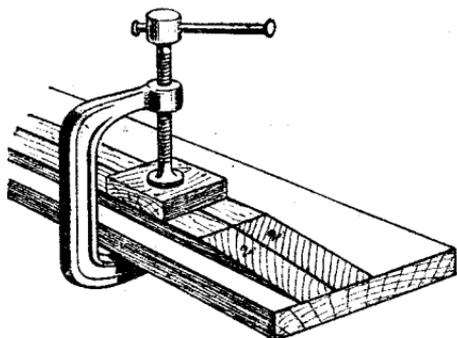
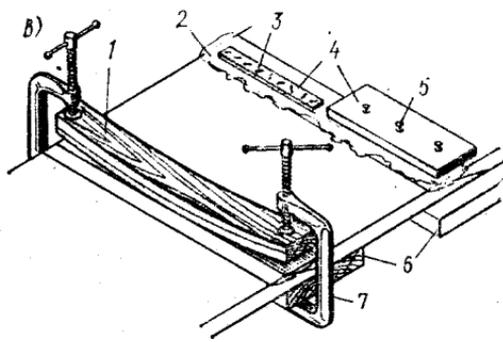


Рис. 56. Концы реек, подготовленные к склейке «на ус» прострагиванием за один проход.

Рис. 57. Склейка листов фанеры «на ус»: а — подготовка кромок к заусовке; б — заусовка кромок за один проход; в — запрессовка соединения при помощи проволочных скрепок, гвоздей и струбцины. 1 — прижимная планка с выпуклой поверхностью; 2 — прокладка (бумага, полиэтилен и т. п.); 3 — скрепки, забиваемые сквозь стыкуемые листы; 4 — накладки; 5 — гвозди; 6 — подкладные планки; 7 — струбцина.



ветствующих размеров. А чтобы подкладки случайно не приклеились к рейкам, под них можно положить полиэтиленовую пленку, кальку или просто газету.

При аккуратном исполнении усоевое соединение имеет прочность не ниже основного материала рейки.

Подобное же соединение применяется и для сращивания листов фанеры, причем для достижения высокой прочности длина заусовки принимается равной 12—20 толщинам фанеры. Стыкуемые кромки также следует обрабатывать совместно. Для этого обе кромки фанеры укладывают у торца верстака так, чтобы верхняя кромка отступала от нижней на величину заусовки (рис. 57). Если склеивают толстую фанеру, не лишне проверить толщину обеих кромок, поскольку листы изготавливаются с известными допусками по толщине. На верхнем листе ширину заусовки прочерчивают при помощи линейки. Закрепив листы к верстаку парой гвоздей, прострагивают кромки под нужным углом острым полуфуганком. По мере снятия древесины будут появляться слои шпона, которые должны быть параллельными кромкам и иметь одинаковую ширину. Стругать нужно, располагая рубанок под небольшим углом к кромке фанеры, чтобы древесина из нее срезалась, а не выкрашивалась.

Важно, чтобы получился острый край, который при склеивании хорошо притупляется клеем и обеспечивает ровную поверхность фанеры. Притупленная кромка листа в клееном соединении недопустима, так как через нее в слой попадает вода; кроме того, соединение получается более слабым.

При склеивании важно обеспечить надежную фиксацию обеих кромок таким образом, чтобы они не скользили относительно друг друга при приложении дав-

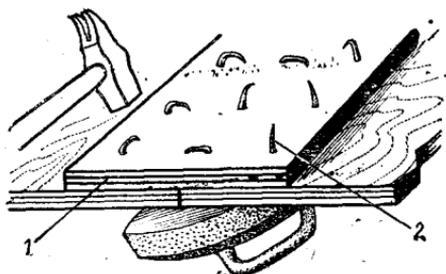


Рис. 58. Соединение фанеры на стыковой накладке.

1 — накладка; 2 — гвозди.

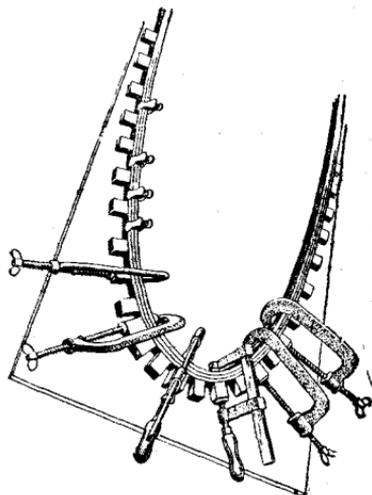


Рис. 59. Выклеивание ламинированного шпангоута по упорам, установленным на щите с разметкой.

ления. Стык помещают между двумя двухдюймовыми досками, пластям которых, прилегающим к фанере, нужно придать небольшую выпуклость. Струбцины можно поставить только вблизи от продольных кромок листов, поэтому при зажатии струбцины выпуклость досок позволяет распределить давление запрессовки более равномерно по ширине листа. Хорошо перед запрессовкой вбить пару гвоздей через обе соединяемые кромки с тем, чтобы они не сдвинулись. Между досками и фанерой прокладывают полиэтилен или бумагу.

Более простое соединение фанерных листов, но менее надежное и обладающее определенными конструктивными недостатками, — это на стыковой планке-накладке (рис. 58). Планка вырезается шириной 100—120 мм из такой же фанеры, что и соединяемые листы, и накладывается на стык с внутренней стороны обшивки. Сопрягаемые поверхности, в том числе и торцы стыкуемых листов, намазывают клеем и запрессовывают при помощи грузов (мешки с песком, ведра, кирпичи и т. п.) или мелких гвоздей, концы которых загибают, подложив под шляпки металлическую плиту.

При выполнении этого соединения необходимо только прострогать склеиваемые поверхности и торцы фанеры, однако при простоте самого соединения оно усложняет последующие работы по сборке корпуса: поскольку накладки являются местными утолщениями листов обшивки, под них приходится делать выемки в рейках продольного набора днища и бортов. Кроме того, при растяжении состыкованного листа возможно возникновение усилий, действующих перпендикулярно поверхности склейки, т. е. — на отрыв, к чему клеевой слой довольно чувствителен. Это следует иметь в виду и при выполнении различных угловых соединений, где используются кницы: лучше поставить две кницы (с обеих сторон шпангоута), чем одну.

Соединение листов фанеры со стыковой планкой часто применяется без склеивания. В таких случаях между накладкой и стыкуемыми листами прокладываются слой миткаля, пропитанного краской.

Гнутоклеевые детали. В корпусе малого судна есть немало деталей, имеющих криволинейную форму, таких, как форштевни, бимсы, привальные брусья, шпангоуты. Их можно сделать гнутоклеевыми (иногда такие детали называют ламинированными) из пакета тонких реек. Каждой рейке несложно придать требуемый изгиб, а затем склеить их. После затвердевания клея вся деталь сохраняет заданную форму.

В зависимости от габаритных размеров выклеиваемой детали делают заготовки из досок (толщиной 8—10 мм), реек (4—7-миллиметровых) или фанеры. Ширину заготовок следует брать на 4—6 мм больше, чем ширина, которую необходимо получить после окончательной обработки. Из досок (или толстой фанеры) делают шаблон — цулагу, соответствующий по форме и размерам обводам будущей детали; контуры шаблона снимают с плаза. Шаблон прибивают гвоздями

к полу. На расстоянии от шаблона, немного большей толщины детали, закрепляют прижимы или прибывают упоры для клиньев или цвиконок.

Заготовленные и выстроганные заранее планки намазывают клеем и запрессовывают в один пакет, прижимая его струбцинами, цвинками или клиньями к шаблону (на рис. 59 форма детали задается брусками, закрепленными на щите). Можно для запрессовки использовать заклепки, шурупы, гвозди, если только они не послужат помехой при дальнейшей обработке детали.

Размечая шаблон, нужно учесть, что после снятия с него склеенной детали она немного распрямится. Поэтому шаблон нужно сделать с несколько меньшим радиусом кривизны. Например, выклеивая форштевень для лодки с высотой борта в носу 800 мм, нужно верхнюю точку штевня на шаблоне перенести внутрь корпуса на 50—60 мм.

При выполнении гнукотклеенных деталей следует учитывать также, что радиус изгиба не должен быть меньше значений, указанных в табл. 13.

Таблица 13. Значения радиуса изгиба в зависимости от толщины доски, мм

Толщина доски (рейки)	Радиус изгиба		Толщина доски (рейки)	Радиус изгиба	
	Сосна	Дуб		Сосна	Дуб
5	400	400	15	1400	1200
7	500	450	20	2200	1750
10	1000	800	25	2500	2000

В таких деталях удобно применять рейки из различных пород древесины. Например, наружные рейки на форштевне сделать дубовыми, а внутренние — из сосны.

Несложно выполнить ламинированными скуловые стрингера, привальные брусья и другие детали набора, имеющие крутой или сложный — в двух направлениях — изгиб, непосредственно на стапеле во время сборки корпуса. Сначала на место укладывают первую рейку, крепят ее к шпангоутам и форштевню, затем, смазав клеем сопрягаемые поверхности, на нее накладывают вторую и последующие слои по толщине. Вместе со струбцинами для запрессовки таких деталей можно использовать обычные неоцинкованные (как их называют — «черные») гвозди и шурупы, которые по окончании полимеризации клея из детали удаляют, а отверстия заделывают «чопиками» на клею.

Ламинированными рекомендуется выполнять также детали, которые нельзя сделать из доски без перетеса волокон древесины — кнопы, старикницы, брештуки и т. п. Иногда достаточную прочность подобных деталей удается получить и за счет фанеровки — оклейки доски с обеих сторон фанерой.

Несколько советов по применению клеев. При небольших размерах склеиваемых поверхностей клей на них наносят при помощи палочки сечением у рабочего конца около 2 × 20 мм. Если поверхность велика, клей можно на нее налить, а затем равномерно распределить при помощи палочки, резинового шпателя или валика. Необходимо обеспечить тонкий равномерный слой клея по всей поверхности. Излишки клея выдавливаются под давлением, но все равно толстый клеевой слой является слабым местом соединения. Недостатком является и слишком тонкий слой, который не обеспечивает надежного насыщения открытых клеток древесины в обеих деталях.

Давление не должно быть чрезмерным, чтобы не выдавить из соединения почти все количество нанесенного на поверхности клея. Особенно это следует учитывать при использовании винтовых струбцин.

Выступивший из стыка клей необходимо удалять сразу же, не ожидая его затвердевания. Сделать это можно при помощи влажной тряпки. В крайнем случае можно дождаться желатинизации клея до консистенции студня и счистить его шпателем или стамеской. Особенно это важно сделать на ламинированных деталях, у которых довольно много клея выступает по слоям. Обработка деталей

с затвердевшим клеем приводит к необходимости частой заточки режущего инструмента и нередко — к его порче.

Для ускорения затвердевания клея можно применять подогрев, направляя вентилятором горячий воздух от электрогрелок на склеенные детали, используя низковольтные нагревательные элементы или рефлекторы. Если лодка строится в неотапливаемом помещении, то на ночь корпус на ступе можно закрыть чехлом, оставив под ним включенной 100-ваттную электролампу — выделяемого ею тепла будет достаточно, чтобы поддерживать температуру немного выше, чем в помещении.

§ 4. Стеклопластик

Стеклопластик — искусственный слоистый материал, получаемый на основе связующего из синтетических смол и армирующих стекломатериалов. В любительском судостроении стеклопластик широко используется для оклейки корпусов, построенных из дерева или фанеры, а также в виде композитных конструкций, когда прочность корпуса и водонепроницаемость его обеспечивается обшивкой и палубой из стеклопластика, а форму корпусу придают легкие конструкции из листовых материалов (фанеры, стеклотекстолита, картона) или пенопласта.

Для приготовления связующего применяются полиэфирные смолы марок ПН-1, ПН-2, ПН-3 и ПН-6; бесстирольные полиэфирные смолы НПС-609-21, НПС-609-22, ПН-62; эпоксидные смолы ЭД-5, ЭД-6 и эпоксидные компаунды К-54/6, К-55/6, К-115 и т. п. Рецептura связующего на основе этих смол представлена в табл. 14.

Таблица 14. Оптимальная рецептура связующего

Рецепт	Компонент	Содержание, % по весу
I	Смола ПН-1 или ПН-3	89
	Гидроперекись изопропилбензола (гипериз)	3
	Ускоритель НК (нафтенат кобальта)	8
II	Смола НПС-609-21М	85
	Гипериз	4
	Ускоритель НК	10
	Соускоритель Т	1
III	Смола ЭД-5	75
	Дибутилфталат	15
	Полиэтиленполиамин	10

В качестве отверждающей добавки (инициатор) в полиэфирные смолы вводится гидроперекись изопропилбензола (гипериз). Смола с гиперизом затвердевает в течение нескольких часов, поэтому для ускорения процесса в нее вводят ускоритель — нафтенат кобальта (8 вес. ч. 10 %-ного раствора в стироле). При приготовлении связующего сначала вводят ускоритель и только после хорошего (в течение 10—15 мин.) перемешивания — гипериз. Состав снова хорошо перемешивают. Ускоритель и инициатор не должны соединяться непосредственно, так как при этом может произойти взрыв.

При использовании эпоксидных смол ЭД-5 и ЭД-6 в смолу добавляют дибутилфталат (15 вес. ч. на 100 вес. ч.), с которым она может храниться длительное время. Ускорителем служит полиэтиленполиамин (10 вес. ч.), который вводят непосредственно перед оклейкой корпуса. При смешивании связующего с полиэтиленполиамином выделяется тепло; вследствие этого смесь может бы-

стро отвердеть. Поэтому ускоритель рекомендуется вводить частями при хорошем перемешивании.

Если работу по формированию корпуса ведут при температуре ниже $+18^{\circ}\text{C}$, в связующее можно ввести соускоритель — диметиланилин в количестве 0,025—0,1 % от веса смолы. Он резко ускоряет желатинизацию смолы.

Связующее следует готовить в количестве, которое может быть израсходовано за 1,5—2 ч работы. Готовят связующее в эмалированной посуде. Использовать медную, латунную или гуммированную посуду нельзя, так как эти материалы могут отрицательно повлиять на отверждение связующего.

Если предстоит формировать или оклеивать вертикальные борта либо днище в «потолочном положении», то за несколько часов до начала оклейки на поверхности вводят, при тщательном перемешивании, приготовленную дозу тиксотропного наполнителя — белой сажи марок У-333 или А-5 (7 % от веса смолы) либо аэросила (1—1,5 %). Наполнитель повышает вязкость смолы, предотвращает подтеки связующего. Через 2 ч смолу с введенным наполнителем еще раз тщательно перемешивают и уже перед самым началом работы отвешивают и смешивают между собой необходимое количество смолы, ускорителя и инициатора.

В промышленности для постройки пластмассовых судов применяют специальные стекловолоконные армирующие материалы, подвергнутые гидрофобной обработке.

Самый плотный и прочный стеклопластик при малых толщинах (от 3 до 6 мм) получается при использовании стеклотканей сатинового переплетения Т-11-ГВС-9 по ГОСТ 19170—73. При собственной толщине около 0,3 мм один слой такой ткани в обшивке лодки дает толщину 0,4—0,5 мм, поэтому при формировании корпуса требуется уложить довольно значительное число слоев ткани. Выходом из положения является укладка внутренних слоев из более толстой жгутовой ткани — стеклорогожи, которая сплетается из толстых пучков стеклонитей и потому несколько хуже пропитывается связующим. Наиболее употребительны для корпусов малых судов стеклорогожи ТР-056-ГВС-9 и ТР-07-ГВС9, выпускаемые по ОСТ 6-11-209—74. В обшивке слой такой ткани дает до 1—1,2 мм толщины. Нужно, однако, иметь в виду, что толстые жгутовые ткани могут быть уложены на поверхности, сопрягаемые под определенным минимальным радиусом, а при недостаточной тщательной пропитке и слабом прикрывании слоев по окантовке наружная обшивка может фильтровать воду. От последнего недостатка можно избавиться, если использовать оба типа тканей в комбинации: наружный слой обшивки — сатиновая ткань, два слоя жгутовой ткани, прокладочный слой сатиновой ткани, два слоя ТР, внутренний слой — сатиновая ткань. Палубу можно формировать из трех-четырёх слоев стеклорогожи, заключенных между наружными слоями сатиновой ткани.

Для наружного слоя используется и еще более тонкая стеклоткань полотна переплетения — стеклосетка СЭ-01 по ТУ6-11-321—74. Благодаря малой толщине и хорошей проницаемости для связующего она выравнивает поверхность, скрадывает грубую текстуру стеклоткани и хорошо держит наружный — декоративный слой окрашенного связующего.

Большое влияние на прочность стеклопластика оказывает соотношение (по весу) количества смолы и стекломатериала. С уменьшением количества смолы прочность стеклопластика сначала возрастает, а затем при малом ее содержании — плохой пропитке стеклонитей — начинает уменьшаться. Оптимальным является содержание в пластике 45—50 % смолы и 55—50 % армирующего стекло-материала.

Любителям иногда приходится иметь дело со стеклотканями неизвестных марок и специального назначения. Следует иметь в виду, что в процессе изготовления стеклоткань обычно смачивается масляной эмульсией или парафиновым раствором; это делает ее непригодной для пропитки связующим. Поэтому перед использованием стеклоткани необходимо удалить замасливател, промыв ткань бензином (это нельзя делать в ванной комнате и в других помещениях небольшого объема). Другие виды замасливателей снимаются уайт-спиритом или ацетоном. Промытую ткань следует просушить в течение 2—4 ч, лучше всего на открытом воздухе.

Электроизоляционные ткани марок ЛСМ, АСМИ, ЛСЭ, ЛСБ и ЛСК выпускаются пропитанными синтетическими смолами и для оклейки корпусов практически непригодны. Большинство из этих тканей можно отличить по окраске в желтый или бордовый цвет и по наличию пропитки.

Постройка, или формирование, пластмассового корпуса лодки производится в матрице — обычно разъемной по килю наружной форме корпуса. Поверхность матрицы тщательно шпаклюется и полируется, благодаря чему наружные поверхности корпуса лодки получают блестящую глянцевую поверхность. При формировании на матрицу наносит разделительный слой, например, из поливинилового спирта или воска, который обеспечивает свободное отделение готовой обшивки от поверхности матрицы. Затем наносят декоративный слой связующего с пигментом для окрашивания этого слоя в желаемый цвет. После желатинизации декоративного слоя начинается формирование обшивки, которое состоит в последовательной укладке слоев армирующей стеклоткани и тщательной прикатке их валиками к поверхности формы. В зависимости от толщины армирующей ткани таких слоев укладывают 4—8 (для корпусов длиной до 6 м). Общая толщина обшивки легких пластмассовых гребных лодок составляет 2,5—3 мм; глиссирующих корпусов длиной до 5 м — 4 ÷ 6 мм; более крупных водоизмещающих катеров и яхт длиной до 8 м — 6 ÷ 10 мм.

Большим достоинством стеклопластика является возможность изготовления наружной обшивки и других конструкций с переменной толщиной, варьируя число слоев, укладываемых на том или ином участке. Благодаря этому удается получить прочные и легкие корпуса, жесткость которых обеспечивается минимальным количеством набора.

Плотность стеклопластика в готовой конструкции составляет 1,65—1,75 г/см³; временное сопротивление разрыву — 2500 ÷ 3000 кгс/см²; допускаемое напряжение на изгиб — 750 ÷ 950 кгс/см².

Стеклопластик можно резать ножовками по металлу, алмазными отрезными кругами (при использовании электродрели или специальных пневматических машинок), опиливать напильниками, сверлить и нарезать в нем резьбу. Стеклопластик — материал абразивный, поэтому режущий инструмент необходимо применять из твердых сплавов; надо правильно затачивать его на тяжелый режим работы. Грубое опиливание пластика можно выполнять рашпилем и драчевыми напильниками, чистовое — личными напильниками с рабочими поверхностями, натертыми мелом. Это уменьшает забивание напильника опилками и повышает его стойкость.

Конструкции из стеклопластика соединяют при помощи склеивания, приформовки, болтовых соединений и комбинации этих способов.

Приформовка деталей осуществляется последовательным наложением полос стеклоткани на связующем, с применением которого были изготовлены эти детали (рис. 60). Поверхности деталей в местах приформовки предварительно зачищают шкурочным кругом с мелкой зернистостью. Зазоры между деталями заполняют смесью, состоящей из 50 % рубленого стекловолокна и 50 % (по массе) связующего. Стеклоткань для угольников и накладок раскраивают таким образом, чтобы каждый последующий слой перекрывал по ширине предыдущий; при большой толщине приформовки делать более двух полос одинаковой ширины не рекомендуется.

Непосредственно перед приформовкой поверхности деталей, на которые будет накладываться стеклоткань, обезжиривают ацетоном, тщательно протирают сухой ветошью и выдерживают 20 мин. для испарения ацетона. Затем укладывают самую узкую полосу, тщательно пропитывая ее связующим и разглаживая, чтобы удалить подгаршие под нее воздушные пузыри. Затем укладывают последующие слои. Последний слой должен перекрыть все предыдущие и свести образовавшееся утолщение «ца нет», что обеспечивает отсутствие концентрации напряжений в местах резкого изменения толщины.

Толщина полки приформовочного угольника обычно принимается равной половине толщины присоединяемой детали, ширина — 7—8 толщиной полки угольника (около 50 мм на малых лодках и яхтах).

При выполнении приформовок не рекомендуется применять больших усилий для подтягивания деталей друг к другу или запрессовки соединяемых элементов — это может привести к выдавливанию связующего.

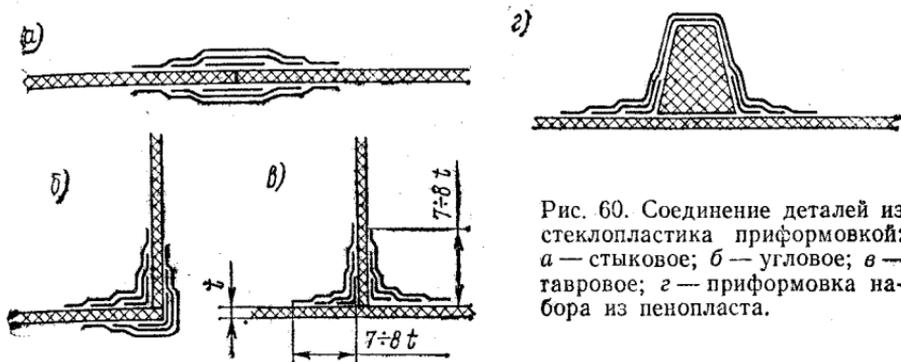


Рис. 60. Соединение деталей из стеклопластика приформовкой: а — стыковое; б — угловое; в — тавровое; г — приформовка набора из пенопласта.

Помимо изготовления корпусов и их оклейки стеклоткань и связующее могут применяться для соединения корпусных деталей из фанеры и пенопласта. В частности получила распространение технология постройки небольших фанерных судов на проволочных скрепках с последующей оклейкой полосами стеклоткани на связующем. Сущность метода ясна из рис. 61. Скрепки делаются из медной проволоки диаметром около 2 мм. Их заготавливают, нарезав куски проволоки длиной по 40 мм и изогнув в виде глубоких скобок. Вдоль соединяемых кромок фанеры через 75 мм просверливают отверстия для концов этих скрепок, которые вставляют в отверстия с внутренней стороны обшивки и снаружи туго скручивают при помощи плоскогубцев.

Скрепки являются скорее монтажными элементами, чем скреплением листов обшивки на все время последующей эксплуатации лодки. Основную прочность соединению придает стеклопластик, который образуется при помощи лент (или полос) тонкой стеклоткани, **наклеиваемых** эпоксидным связующим в несколько слоев с обеих сторон соединения. Чтобы получился плотный слой стеклопластика — без воздушных пузырей и отслаивания от фанеры, необходимо тщательно утопить в древесину проволоку, которая выступает изнутри в виде «мостиков» над пазом. Сделать это можно при помощи молотка и зубила со скругленной рубящей частью либо другого похожего инструмента; при этом шов получает дополнительное уплотнение.

Проклеивание соединений начинают с внутренней их стороны. Перед приклеиванием первой полосы стеклоткани рекомендуется ограничить ширину намазываемого участка фанеры, наложив на это место по обеим сторонам паза липкую ленту. Затем на участок между лентами наносится связующее и накладывается сухая полоса стеклоткани. При этом полосу просто раскатывают, но не натягивают. Снаружи стеклоткань простукивают кистью, смоченной в связующем, до равномерной пропитки ткани, которая при этом становится прозрачной. Воздушные пузырьки совершенно необходимо тщательно удалять, иначе впоследствии они послужат причиной расслоения пластика и фильтрации воды. Важно также плот-

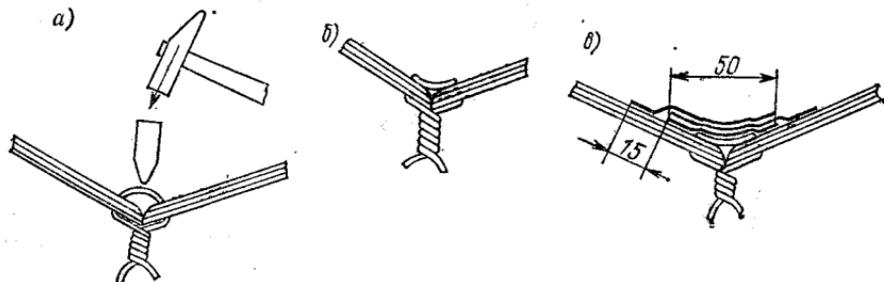


Рис. 61. Соединение деталей из фанеры при помощи проволочных скрепок с последующей приформовкой стеклопластиком: а — обжатие скрепки; б — соединение готово под внутреннюю оклейку; в — соединение оклеено стеклопластиком с внутренней стороны,

по прикатать к фанере кромки стеклоленты, чтобы между деревом и пластиком не образовалась щель.

Желательно использовать ленту фабричного изготовления. В зависимости от толщины соединяемых листов фанеры необходимо уложить от трех до шести слоев стеклоткани с каждой стороны стыка. Каждый последующий слой необходимо смещать в ту или иную сторону от линии стыка с тем, чтобы кромка верхнего слоя перекрывала одну из кромок предыдущего на 10—15 мм. Если ленты приходится нарезать из стеклоткани самому, верхние слои можно заранее делать пошире. Концы отдельных кусков ленты также должны перекрывать друг друга.

Перед оклеиванием стыков или пазов снаружи выступающие скрутки проволочных скрепок откусывают кусачками как можно ближе к поверхности фанеры, а оставшиеся кончики проволоки зашлифовывают напильником вровень с ней.

Таблица 15. Основные свойства пенопластов, применяемых для постройки малых судов

Свойство	Марка пенопласта				
	ПС-1	ПС-4	ПСБ	ПСБ-С	ПХВ-1
Плотность, г/м ³	0,06—0,22	0,03—0,08	0,02—0,05	0,06—0,1	0,05—0,22
Поглощение воды за 24 ч, кг/м ²	0,05 (30 сут.)	0,03	0,02—0,6	0,02—0,6	0,3 (30 сут.)
Нефтестойкость	Не стоек				Стойк
Горючесть	Горюч			Самозатухающий	
Влияние ацетона и полиэфирных смол	Растворяет				Не влияет
Температура размягчения, град.	80	80	—	—	120

Затем вдоль паза накладывают ограничительные липкие ленты и наклеивают соответствующее число слоев стеклоткани.

Подобный же метод может быть использован и для тавровых соединений различных продольных и поперечных переборок с наружной обшивкой. Для получения достаточной прочности ширина приформовки должна быть от 25 до 50 мм на каждую соединяемую деталь. Слабыми местами приформовок являются зазоры между пластиком и деревом либо пенопластом. При «работе» узла эти зазоры имеют тенденцию увеличиваться, а попадающая туда влага со временем нарушает прочность склейки. Поэтому при изготовлении узлов необходимо тщательно прикатывать кромки полос к соединяемым деталям, а во время эксплуатации судна своевременно устранять появившиеся зазоры заливкой смолой и дополнительной оклейкой.

При постройке пластмассовых корпусов широко применяют различного рода пенопласты. Из них делают оформители балок продольного и поперечного набора, заполнители отсеков плавучести и трехслойных — сэндвичевых конструкций (наружной обшивки, палубы, переборки и т. п.). Основные данные наиболее доступных пенопластов приведены в табл. 15. Полистироловые ПС-1, ПС-4 и полихлорвиниловый ПХВ-1 выпускаются в виде плит; пенопласты ПСБ и ПСБ-С получают из полуфабрикатов — порошков, вспениваемых в формах для блоков. Пенопласты легко обрабатываются резанием, склеиваются между собой и со стеклопластиком эпоксидными клеями и клеем ВИАМ Б-3 при умеренном удельном давлении запрессовки 0,5—3 кгс/см². Расход клея при склеивании пенопластов между собой составляет от 150 до 400 г/м²; при склеивании с пластиком — около 200 г/м². Время выдержки под давлением при использовании клея ВИАМ Б-3 составляет 3—5 ч; эпоксидного компаунда К-153 — 10 + 24 ч. Изде-

для, склеенные без подогрева (при температуре 16—25 °С), можно обрабатывать по прошествии 20—40 ч.

Следует учесть, что полистироловые пенопласты ПС-1, ПС-4 и ПСБ растворяются ацетоном, бензином и стиролом, содержащимся в полиэфирных смолах. Поэтому использовать смолы марок ПН для склеивания пенопластов нельзя, так же как и оклеивать пенопластовые оформители набора стеклотканями на этих смолах. Поверхности пенопласта, подлежащие оклейке, предварительно должны быть покрыты слоем эпоксидного связующего или клея ВИАМ Б-3.

Для силовых деталей набора лучше применять более тяжелый и плотный пенопласт типа ПХВ-1; в качестве заполнителей отсеков плавучести хороши ПСБ и ПС-4.

Работая со стеклопластиком, необходимо помнить, что в состав связующего входят химические вещества, обладающие токсическими (ядовитыми) свойствами. При определенных концентрациях их паров в помещении или непосредственном воздействии на кожу эти вещества могут вызвать заблевание дыхательных путей, кожи и слизистых оболочек. Поэтому работы по формованию корпусов или оклейке нужно выполнять на открытом воздухе либо в хорошо вентилируемом помещении. Формовку нужно производить в резиновых перчатках, тщательно мыть руки теплой водой с мылом в случае попадания на них связующего. Защищать кожу рук от действия смолы можно применением защитных мазей — Селинского, «биологических перчаток». По окончании работы и мытья рук рекомендуется их смазать вазелином, ланолином или подобными жирными мазями.

Работая со стеклотканью, нужно надевать защитные очки, чтобы в глаза не попадали частицы стекловолокна, а на лицо — марлевую повязку или респиратор для защиты органов дыхания.

§ 5. Металлы

В последние годы число людей, знакомых с обработкой металла лучше, чем со столярным искусством, заметно увеличивается. Неудивительно, что довольно часто судостроители-любители избирают для постройки своих судов сталь или же легкие сплавы, несмотря на сложность приобретения этих материалов. Нередко для этой цели используют старые металлические конструкции, подлежащие переплавке, из которых удастся вырезать вполне кондиционные листы для наружной обшивки лодки. Кроме того, металл оказывается наиболее подходящим материалом для заводских и студенческих коллективов, строящих суда коллективного пользования.

Стальные корпуса строят из обычной углеродистой стали марки Ст. 3 или из стали повышенного качества марки Ст. 15. Толщина наружной обшивки составляет от 1,5—2 мм на лодке длиной 6 м, до 3 мм на катере длиной более 10 м. Набор корпуса делается из полос, полосоульбовых и угловых профилей соответствующих размеров.

Наиболее простой и дешевый способ соединений деталей стальных корпусов — сварка. Однако даже опытные сварщики не могут обеспечить качественный шов при толщине металла 1—1,2 мм. Так как обшивку при сварке сильно коробит, то приходится брать листы большей толщины (1,8—2 мм), что значительно утяжеляет корпус небольшого катера или яхты.

При клепаной конструкции толщину листов можно выбрать минимальную (0,8—1 мм), но труда придется затратить значительно больше, чем при изготовлении сварного корпуса.

Стальные корпуса, построенные любителями, не только тяжелее корпусов, аналогичных по размерам и выполненных из древесины, легких сплавов или пластмасс, но и обходятся гораздо дороже. Кроме того, для изготовления стальных корпусов требуются сварочное оборудование и специальные приспособления.

Легкие сплавы часто используются любителями для постройки легких глиссирующих лодок и катеров. Корпуса получаются легче, чем из дерева.

Наиболее прочны сплавы алюминия с медью типа дюралюминия. Обшивка выполняется из листов толщиной от 0,8 мм (на лодках длиной 3—4 м) до 2,5 мм (на катере длиной до 10 м). Дюралюминий марки Д15 — термически

упрочняемый сплав, листы его подвергаются закалке. Для изгиба по малому радиусу (например, для отгиба фланцев) деталь нужно отпустить, предварительно нагрев ее до 350 °С и остудив на воздухе, иначе в материале появятся трещины. После обработки деталь можно снова закалить нагревом до 500 °С и охлаждением в воде. Из дюралюминия строятся корпуса только клепаной конструкции.

Существенным недостатком дюрала является его сравнительно низкая коррозионная стойкость, особенно в морской воде. Причиной тому являются образующиеся в воде электролитические микропары алюминий — медь. Обычно листы металла, выходящие с прокатного завода, покрывают тонким слоем чистого алюминия (так называемым лакирующим слоем) для защиты дюралюминия от коррозии в процессе производства и хранения металла. Готовые корпуса из дюралюминия нуждаются в тщательном лакокрасочном покрытии.

Алюминиево-магниевого сплавы типа АМг обладают лучшей стойкостью против коррозии, чем дюралюминий; корпуса из них могут эксплуатироваться в морской воде. Эти сплавы пластичны, листы и профили из них могут

Т а б л и ц а 16. Диаметр заклепки в зависимости от толщины соединяемых листов

Суммарная толщина листов, мм	1,6	1,8—2,3	2,5	3,0	3,5—4,0	4,5	5,0	5,5 и более
Диаметр заклепки d , мм	2,6—3,0	3,0	3,0—3,5	3,5	3,5—4,0	4,0	4,0—5,0	5,0

подвергаться гибке в холодном состоянии, хорошо свариваются аргоно-дуговой сваркой. Обшивку приходится применять большей толщины, чем из дюралюминия, так как сплавы АМг менее прочны. Если даже обшивка лодки и не получит течь, после ударов о волну или причал на ней могут появиться вмятины между шпангоутами, ухудшающие внешний вид и ходовые качества. В случае применения сварки очень трудно избежать коробления тонкой обшивки при ее соединении с набором: по сравнению со сталью, алюминий обладает в 2 раза более высоким коэффициентом линейного удлинения при нагреве, поэтому и деформации при сварке соответственно больше. Все это заставляет использовать для наружной обшивки листы толщиной не менее 2 мм, а при постройке корпусов длиной более 5 м — уже толщиной 3—4 мм.

Клепаные соединения. Для клепаных соединений дюралевых корпусов применяются анодированные заклепки из сплава Д18П и В65; для корпусов из алюминиево-магневых сплавов — из АМг5П. Швы, крепящие угольники набора к обшивке, выполняют однорядными с шагом от 8 до $10d$ — диаметров заклепки. Водонепроницаемые прочно-плотные швы выполняются двухрядными (заклепки располагаются в шахматном порядке) с шагом в каждом ряду от 3 до 5*d*. Расстояние между рядами заклепок, обуславливающее прочность и плотность соединения, принимается равным, в зависимости от типа соединения $(2 \div 5)d$; например, для соединений листов обшивки расстояние между рядами должно быть 3*d*. Отстояние от центра заклепки до кромки листа или профиля принимается равным $1,8 \div 2d$.

Детали можно соединять внакрой либо встык на односторонних или на двусторонних планках-подкладках.

Диаметр заклепок d может быть принят равным удвоенной толщине материала, из которого изготовлены соединяемые детали, а при разных толщинах соединяемых листов можно пользоваться данными табл. 16 в зависимости от суммарной толщины склепываемого пакета.

Длина стержня заклепки должна равняться общей толщине склепываемых листов, сложенной с величиной P , необходимой для образования замыкающей головки; для полукруглой головки $P = 1,5d$; конической — $1,3d$; полупотайной — $1,1d$; потайной — $0,9d$. Заклепки с полукруглой, конической или бочкообразной закладной головкой применяют для клепки соединений набора. Днищевую об-

шивку в кормовой части глиссирующих лодок для уменьшения сопротивления воды целесообразно клепать заклепками с потайными закладными головками (если, конечно, толщина листа позволяет сделать зенковку). Остальную часть обшивки днища, борта и палубу можно клепать заклепками с плоско-выпуклыми полупотайными головками.

Отверстия под клепку делают сверлом, имеющим диаметр на 0,1 мм больше диаметра заклепки.

Гнезда под закладные головки потайных и полупотайных заклепок зенкуют на угол 90°. Глубина гнезд для потайной закладной головки при обратном способе клепки должна быть на 0,1 мм меньше высоты головки заклепки, а при прямом способе — равна высоте головки. При прямом способе клепки удары молотком наносят со стороны замыкающей, т. е. расклепываемой головки, при обратном — со стороны закладной головки. Обратный способ применяют тогда, когда, например, неудобно наносить удары изнутри корпуса (как правило, заклепки закладывают снаружи). Если закладная головка не плоская, то удары по ней наносят через обжимку с лункой по форме головки. Формируемая головка образуется за счет расплющивания конца стержня заклепки на массивной поддержке.

Перед клепкой детали собирают на монтажные (сборочные) болты, устанавливаемые через каждые 10—12 отверстий. Клепку ведут от середины шва к краям; под конец сборочные болты снимают, заменяя их заклепками.

Процесс клепки прямым способом выполняется так: под закладную головку заклепки, введенной в отверстие, устанавливают поддержку; на стержень заклепки надевают обсадку, уплотняют соединение несколькими ударами молотка, после чего формируют замыкающую головку, ударяя молотком по выступающему из соединения стержню заклепки. При необходимости замыкающую головку формируют обжимкой.

Глава 4

ПОСТРОЙКА КОРПУСА СУДНА

§ 1. Рабочее место, приспособления, инструменты

Человеку, приступившему к строительству судна, предстоит решить, помимо прочих, и такие вопросы, как выбор места, где будет строиться катер или яхта, подбор инструментов. Чем больше по размерам судно и сложнее его конструкция, тем труднее оказывается решить эти вопросы.

Простую лодку типа скифа можно построить за одну — две недели под открытым небом даже в укромном уголке городского двора. Необходимо только запастись полиэтиленовой пленкой или другим водонепроницаемым материалом, которым можно накрыть незавершенный корпус в случае непогоды. Таким же способом можно воспользоваться и для сборки корпусов более сложных, но небольших лодок, если заранее заготовить в помещении все детали набора корпуса, собрать шпангоуты, переборки, склеить фанерные листы наружной обшивки. Важно выбрать для стальной сборки период времени с сухой теплой погодой, при которой гарантируется полимеризация клеев и первоначальная влажность древесины.

В зимнее время постройка корпуса малого судна возможна только в сухом, отапливаемом помещении. Это может быть широкий коридор, подвальное помещение, гараж и даже жилая комната. Важно, чтобы здесь разместилась лодка

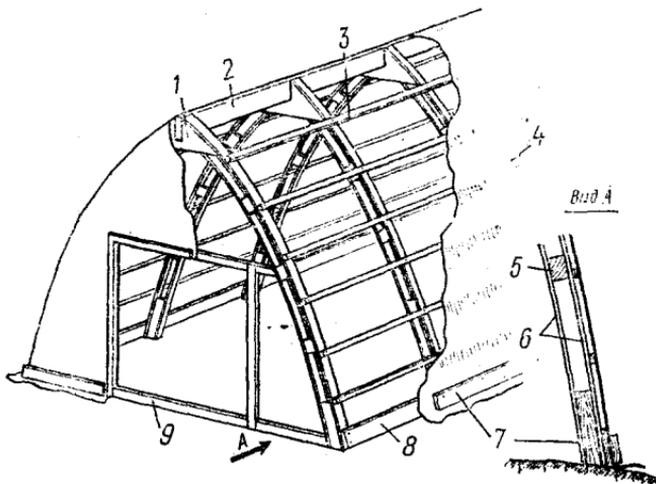


Рис. 62. Полиэтиленовый «эллипс» для постройки лодки.

1 — косынка из фанеры или доски; 2 — конек крыши; 3 — рейки обрешетки; 4 — покрытие из полиэтилена либо другого материала; 5 — распорка; 6 — рейки, образующие дуги; 7 и 8 — планки, крепящие нижний край полиэтилена.

(хотя бы наискосок), верстак и еще оставалось бы свободное место для прохода. Оптимальным является помещение, площадь которого примерно вдвое превышает занимаемую строящимся корпусом. Во всяком случае, длина помещения должна минимум на 1 м превышать длину корпуса и на 2 м его ширину. Нужно позаботиться о хорошем освещении места работы, а если дневного света недостаточно, поставить дополнительно несколько электроламп или использовать переносную люстру.

В последние годы немало малых яхт и катеров было построено во временных эллингах, устроенных по типу парников — с крышей и стенками из полиэтиленовой пленки, натянутой на легкий деревянный каркас. В профессиональном малом судостроении известно использование полиэтиленовых эллингов бескаркасной конструкции, форма которых поддерживается благодаря подаче внутрь воздуха под небольшим избыточным давлением.

Выработался оптимальный вариант конструкции полиэтиленового эллинга, собираемого из деревянных ферменных арок, располагаемых через 1,2—1,4 м прямо на земле, на садовом участке или другой подходящей территории. Такой эллипс не требует больших материальных затрат на сооружение, прост в постройке и достаточно практичен. Благодаря применению двойной обшивки и использованию воздухоподогревателей в таком эллинге можно вести постройку судна и в зимнее время, если, конечно, речь идет о районах с умеренно холодной зимой.

Основным модулем конструкции является арка, которая собирается из низкосортных досок сечением 25 × 75 мм (рис. 62). Основание арки выбирается соответственно ширине требуемого помещения, высота — такой, чтобы в эллинге можно было ходить, не сгибая головы, а корпус судна помещался бы вместе со всеми надстройками. Изгиб дуг, составляющих арку, должен способствовать сползанию с крыши небольшого слоя снега, с тем чтобы вся конструкция не испытывала излишних нагрузок кроме сильных боковых ветров. Постройку рекомендуется расположить по оси преобладающих в данной местности ветров и один из ее торцов закрепить к существующей прочной стене — гаража, сарая или иного здания.

Очертания половины арки нужно разметить на ровной площадке, где она будет собираться, и установить какие-либо фиксирующие форму приспособления, например, колышки, вбитые в землю. По этим колышкам изгибается внутренняя

доска фермочки; затем к ней на клею и гвоздях крепятся сухари — бруски толщиной 50 мм и длиной около 100 мм — с расстоянием между ними около 500 мм. Опять же на клею и гвоздях к этим сухарям закрепляется наружная планка фермы. После затвердевания клея половина арки сохраняет свою форму, будучи стянутой с колышков, и может быть соединена фанерными щитами со второй половиной. Острые кромки наружных планок арок необходимо зашкурить или протереть начерно рубанком с тем, чтобы о них не терлось полцеллюлозное покрытие.

Количество арок выбирается сообразно нужной длине эллинга; расстояние между ними должно быть 1,2—1,4 м. Если эллинг сооружается прямо на земле, то в нее необходимо вбить колышки под тем же углом, какой основание арки составляет с поверхностью земли; к этим колышкам крепятся концы арок. По центру крыши будущего эллинга пропускается доска конька, которая врезается «в полдерева» в каждую арку и фиксируется к ним гвоздями. Несколько продольных реек — стрингеров будут препятствовать провисанию полиэтиленовой крыши под нагрузкой от ветра или снега, а диагональные раскосы придадут всей конструкции устойчивость.

Полученный каркас накрывается полотнищем полиэтилена, лавсановой пленки либо другого водонепроницаемого материала (за рубежом для этой цели применяют трехслойный материал — нейлоновую ткань, на которую с обеих сторон наклеена полиэтиленовая пленка). Узкие полотнища могут быть соединены между собой внакрой с перекроем 200—300 мм; каждая кромка крепится к перекрывающему полотнищу при помощи липкой ленты (можно также для прочности дополнительно прошить соединение нитками). Укладывать горизонтальные полосы пленки нужно так же, как и при покрытии крыши руберондом — кромка верхнего полотнища перекрывает кромку нижнего.

Натянув пленку на каркас, ее кромки крепят к концевым аркам гвоздями, забиваемыми через тонкие рейки, которые накладываются поверх полиэтилена. Такими же рейками крепят нижние кромки полиэтилена, забивая гвозди в нижние концы арок; затем изнутри помещения накладывают короткие рейки между арками и прибивают их гвоздями через полиэтилен к наружным.

Чтобы земляной пол в эллинге оставался сухим в дождливую погоду, вокруг сооружения необходимо прокопать неглубокие канавки и устроить сток из них в сторону.

Конструкция арок позволяет сделать внутреннюю зашивку из того же полиэтилена или картона и обеспечить теплоизоляцию помещения. При соблюдении противопожарных мер возможно отапливать эллинг при помощи электрических, газовых или нефтяных печек, не дающих искр, и вести работу зимой.

Помимо стапеля, на котором выполняется сборка корпуса судна, плазовых цинтов, служащих для разметки основных деталей корпуса по теоретическому чертежу, в эллинге должен быть удобный верстак, необходимый для обработки и подгонки отдельных деталей. Верстак (рис. 63) можно собрать из двухдюймовых досок. Желательно сделать его такой же длины, как и строящееся судно, или, при меньшем размере, расположить его так, чтобы на нем можно было обрабатывать длинные брусья, если подставить под их свисающие концы козелки. Хороший верстак должен быть оборудован упорами, клиновыми зажимами и деревянными тисками, позволяющими обрабатывать деталь в любом положении. Вместо тисков можно использовать струбцины и цинки — зажимы с клиньями.

Залог успеха всей работы по постройке судна — хороший, правильно заточенный и отлаженный инструмент. Чем большим количеством разнообразного инструмента располагает судостроитель, тем быстрее продвигается постройка. Однако для любителя, который делает единственную в своей жизни лодку или, в лучшем случае, две — три лодки, существенное значение имеет стоимость инструмента и возможность ее в дальнейшем оправдать. Поэтому чаще всего обходятся домашним набором инструмента, подкупив минимально необходимые вещи или позаимствовав их у приятелей.

Минимальный набор инструмента для постройки корпуса малого судна следующий:

1. Пила лучковая с мелким зубом — она нужна для продольной распиловки досок на рейки.

2. Ножовка большая — для поперечного распиливания досок.

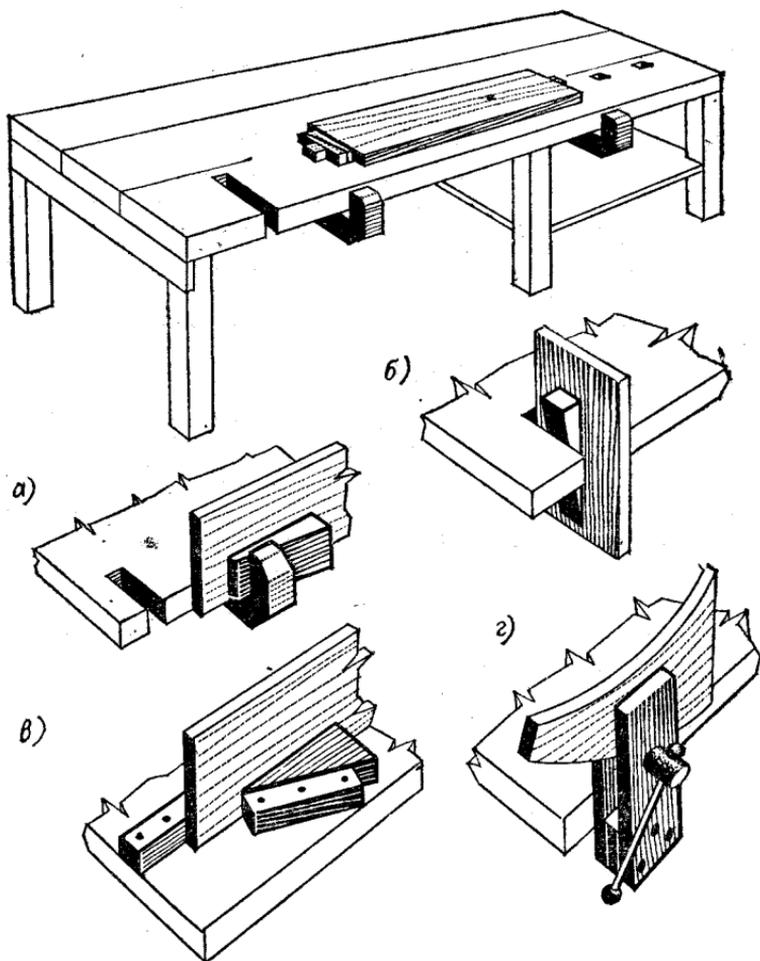


Рис. 63. Верстак и зажимные приспособления: а, в — клиновые зажимы для обработки кромки доски; б — зажим для обработки торцов; г — столярные тиски.

3. Узкая ножовка с мелким зубом — для выпиливания криволинейных деталей из фанеры и досок. Хороши ножовки со сменными полотнищами, имеющими зуб разной величины.

4. Ножовка с обушком (наградка) — пила с небольшим тонким полотном и очень мелким зубом, необходимая для точных работ при подгонке деталей, их врезке друг в друга.

5. Стамески шириной 20 и 25 мм.

6. Шерхебель — рубанок с железкой, заточенной по радиусу; такой инструмент необходим для грубой обработки досок, особенно нестроганных; им можно строгать и вдоль волокон, и поперек них.

7. Рубанок — лучше всего с двойной железкой. Кроме обычного резца на таком рубанке имеется стружколом, благодаря чему рубанок не отщипывает стружку от поверхности; деталь получается более гладкой.

8. Фуганок или полуфуганок — длинный рубанок для чистовой обработки длинных деталей, когда требуется выровнять большую поверхность.

9. Стружок — для обработки криволинейных кромок фанеры и мелких деталей.

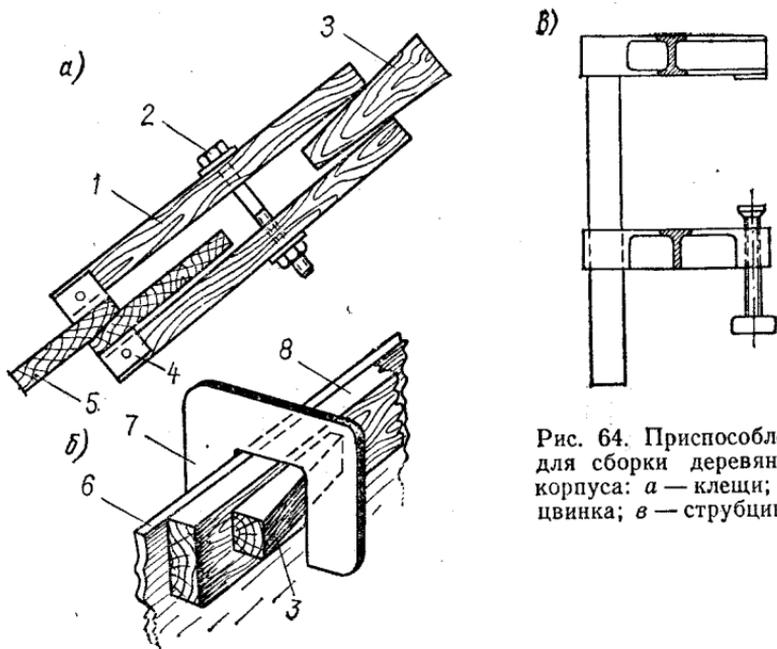


Рис. 64. Приспособления для сборки деревянного корпуса: а — клещи; б — цвинка; в — струбцина.

10. Колovorот — для сверления отверстий большого диаметра в деревянных деталях. Если вместо сверла вставить отвертку, он будет служить и для заворачивания шурупов.

11. Ручная дрель с патроном под сверло диаметром до 8 мм с набором сверел. Необходима для сверления мелких отверстий под крепеж (гвозди, шурупы, болты) как в дереве, так и в металле.

12. Шило — удобно для разметки отверстий, закрепления концов нити при пробивке прямых линий, растяжки парусины при разметке парусов и т. п. работ.

13. Рашпиль — напильник с грубой насечкой для обработки дерева.

14. Молоток весом 300 г.

15. Деревянный молоток — киянка для работ с долотом и пригонки различных деталей в плотных соединениях.

16. Бородок (пробойник) — для утапливания головок гвоздей в древесину.

17. Кусачки — для откусывания концов гвоздей и проволоки.

18. Клещи — для вытаскивания гвоздей из лекал, временных распорок и т. п.

19. Отвертки — желательно две — три с различным размером под шлиц. Удобны отвертки с рычагом и с «архимедовым винтом» с трещоткой.

20. Плотницкий топорик — для снятия большого количества древесины.

Для разметки корпуса на плазе и отдельных деталей нужен следующий инструмент: складной метр; рулетка длиной 3 м; выверенная (лучше стальная) линейка длиной 1—1,2 м; большой плотницкий угольник; транспортер; разметочный циркуль; пузырьковый уровень (ватерпас) — для проверки горизонтальности линий и плоскостей; отвес (весок) — для проверки вертикальности устанавливаемых деталей и узлов корпуса; шланговый уровень — для проверки по горизонтали устанавливаемых на стачеле узлов корпуса (его можно сделать самостоятельно из длинного тонкого резинового шланга — около половины длины корпуса — с парой стеклянных трубок длиной около 300 мм на его концах; шланг заполняют подвешенной чернилами или марганцовкой водой); прочная нитка — для разметки длинных прямых линий; рейсмус — для разметки параллельных линий; штангенциркуль; малочник — инструмент для снятия с плаза углов и переноса их на детали корпуса.

Механизированный (электрифицированный) инструмент весьма дорог, но если его достать хотя бы во временное пользование, это позволит сэкономить массу рабочего времени. Обычная электродрель, если ее снабдить набором фрез,

дисковых пил, наждачных кругов, шлифовальных дисков и отверток может служить для роспуска досок толщиной до 25 мм на рейки, резки кромок фанеры, заточки инструмента, строжки и шлифования поверхности, заворачивания шурупов и, конечно, сверления отверстий. Существуют конструкции приставок к дрели, превращающие ее в лобзик, удобный для выпиливания криволинейных кромок фанеры и тонких (до 15 мм) деревянных деталей.

Вообще же, кроме электродрели, желательнее иметь электрический заточный станочек (наждак), продольную дисковую пилу и электрорубанок. При работе на открытом воздухе или в эллинге с земляным полом весь электроинструмент должен быть надежно заземлен.

При сборке узлов набора и всего корпуса на стапеле понадобятся прижимные приспособления — клещи, цвипки, винтовые струбцины и т. п. (рис. 64). Клещи собирают из двух длинных брусков 1 с помощью болта 2. Усилие создается за счет клина 3, а чтобы концы клещей не изнашивались и не эмшили детали, их обивают кусочками кожи 4. Клещи хороши, например, для сборки наборной обшивки 5, когда требуется большой вылет прижима.

При сборке и склейке многих деталей можно обойтись цвипками 7, вырезанными из толстой бакелизированной фанеры. Детали, например, привальный брус 8, к обшивке 6 прижимают с помощью клина 3. Особое значение имеют струбцины, и чем большим их количеством располагает судостроитель, тем быстрее пойдет работа, поэтому необходимо заранее запастись ими или изготовить самодельные.

§ 2. Разбивка теоретического чертежа на плазе

В главе 1 читатель познакомился с принципами построения теоретического чертежа и его значением при постройке и пресектировании судна. Исключая случаи постройки простейших лодок, строго необходимо вычертить этот чертеж в натуральную величину с тем, чтобы разметить детали корпуса и собрать их в узлы, а затем в точном соответствии с теоретическим чертежом собрать на стапеле корпус. На судовой палубе делают полную плазовую разбивку всех трех проекций теоретического чертежа, что позволяет лучше согласовать обводы и исправить погрешности, допущенные конструктором при вычерчивании чертежа в масштабе.

Вычерчивание или разбивка теоретического чертежа в натуральную величину производится на плазе — ровном окрашенном светлой краской деревянном полу или больших фанерных щитах. Отклонения линий и точек при плазовой разбивке и снятии с плаза шаблонов не должны превышать 1—2 мм; толщина всех линий выдерживается в пределах 0,1—0,2 мм.

Основой для разбивки служит теоретический чертеж и таблица его ординат (см. рис. 5 и табл. 1). В таблице указываются в натуральную величину ординаты всех кривых линий теоретического чертежа на каждом шпангоуте относительно базовых координатных плоскостей — диаметральной (ДП) и основной (ОП). Ординаты группируются в две основные группы — полуширот (ватерлинии, линия скулы, борта при палубе, диагонали) и высот (батоксы, линия борта при палубе, скулы, киля, шпунта). Некоторые размеры, например размеры для построения очертаний штевней и плавников, не включаются в таблицу ординат, а обычно указываются на самом теоретическом чертеже.

Разумеется, чтобы пользоваться таблицей плазовых¹ ординат, надо знать, на каких расстояниях одна от другой расположены секущие плоскости, т. е. расстояние между шпангоутами — шпацию, а также расстояния между ватерлиниями, между батоксами, и положение плоскостей диагоналей.

¹ Строго говоря, следует различать таблицу ординат теоретического чертежа, составляемую конструктором по разработанному им чертежу, и таблицу плазовых ординат, которая составляется строителем (или на верфи) по данным плазовой разбивки.

В практике любительского судостроения обычно ограничиваются разбивкой в натуральную величину только одной проекции теоретического чертежа — «к о р п у с а», а также разметкой очертаний (на «боку») форштевня и транца. Только при постройке корпусов со сложными обводами иногда прибегают к весьма трудоемкой и требующей значительной площади плазды разбивке «бока» и «полушироты». Для экономии места на плазе можно вычерчивать эти проекции одну на другой, используя для наглядности линии разного цвета. Иногда прибегают к разбивке «бока» и «полушироты» в искаженном масштабе, сокращая длину судна и, следовательно, расстояние между шпангоутами, в 2—4 раза (рис. 65). Размеры и ординаты по высоте остаются при этом в натуральную величину, а обводы кривых ватерлиний и батоксов получаются более крутыми, что облегчает их согласование. Однако для получения очертаний форштевня и транца в истинном виде оконечности нужно вычерчивать в одинаковом масштабе для длины и высоты.

При плазовой разбивке приходится размечать длинные прямые линии, восстанавливать к ним перпендикуляры. Делают это несколько иными методами, чем применяются при выполнении чертежей, поскольку выверенных линеек достаточной длины и угольников столь больших размеров у строителя под рукой обычно не оказывается.

Прямую линию можно, например, отбить при помощи туго натянутой между двумя заданными точками наметенной нитки. Оттянув нитку вертикально вверх за середину, ее отпускают, как тетиву лука. От удара нитки на плазе остается ровная линия, которую прочерчивают («наводят») карандашом или рейс-федером, пользуясь метровой линейкой.

Если требуется получить длинную прямую линию повышенной точности, например ОЛ или ДП, то используют стальную струну (рыболовную леску), протянутую на небольшой высоте между данными точками. При помощи отвесов, подвешенных к этой струне в промежуточных точках, переносят положение линии на плаз и по точкам, на которые указывают концы весков, меловой ниткой пробивают последовательно ряд ее отрезков.

Для построения перпендикуляра к линии применяют такой способ. От заданной точки на линии откладывают в обе стороны одинаковые расстояния, из их концов одним и тем же радиусом засекают две дуги по одну из сторон прямой. Через точку пересечения дуг и заданную точку на линии проводят прямую, которая и будет перпендикуляром.

Для упрощения плазовых работ полезно сделать большой деревянный треугольник, выпилив его, например, из толстой фанеры, и раздвижной циркуль, который, впрочем, с успехом можно заменить рейкой с парой вбитых на пужном расстоянии гвоздей.

Плазовую разбивку начинают с разметки сетки теоретического чертежа, т. е. изображения на всех проекциях прямых линий. Например, если нужно построить «корпус» теоретического чертежа катера «Тюлень» (см. рис. 5), то сначала на шите размером примерно $1,5 \times 2,5$ м проводят основную линию. По середине ширины шита к основной восстанавливают перпендикуляр, соответствующий линии ДП. По обе стороны от него через 250 мм проводят параллельные ДП линии батоксов *Б1*, *Б2* и *Б3*. Полезно еще провести ограничительные линии наибольшей ширины на расстоянии 952 мм от ДП на каждый борт. Затем на этих линиях откладывают точки их пересечения с ватерлиниями *ВЛ1* — *ВЛ8* с интервалом 100 мм, начиная от ОЛ. Соединив эти точки прямыми, которые должны быть строго параллельными ОЛ, получают ватерлинии (рис. 66).

Теперь не лишне проверить точность построения сетки. Для этого берется нитка, один конец которой прикладывается к точке пересечения батокса *Б3* с ОЛ, а второй по диагонали с точкой пересечения *Б3* с *ВЛ8* на другом борту. Все точки пересечения батоксов и ватерлиний должны расположиться точно по нитке. Таким же способом следует проверить и вторую половину сетки. Если все в порядке, можно нанести на плазу положение диагоналей и приступить к перенесению на сетку ординат шпангоутов.

Как делается построение обводов шпангоутов, рассмотрим на примере шп. 4. Выделим в таблице плазовых ординат (табл. 1) столбец цифр, относящийся к шп. 4. Начнем с самой верхней цифры — полушироты от ДП линии борта *ЛБ*. Отложим это расстояние — 945 мм — от ДП на ватерлинии *ВЛ8*. Из

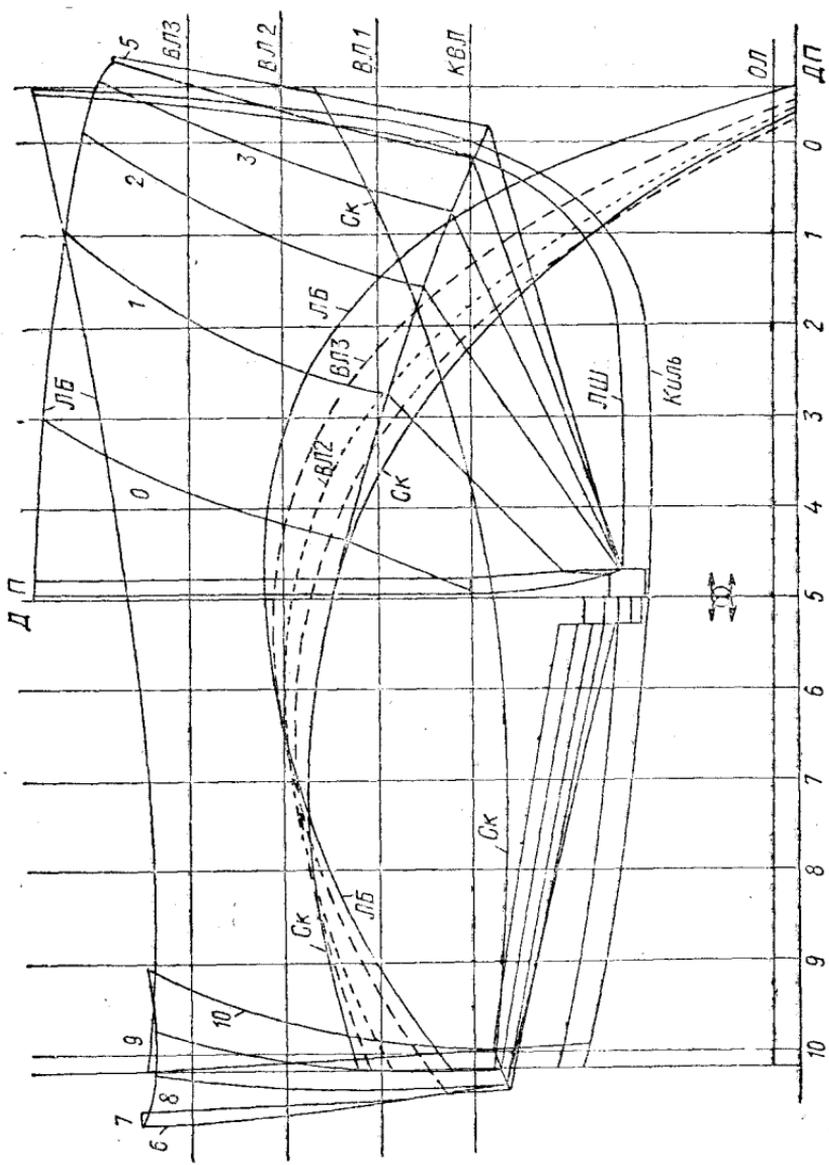


Рис. 65. Совмещенный плазовый чертеж остроконусного катера длиной 5,5 м и шириной 1,9 м, выполненный с сокращением длины в 2,5 раза.

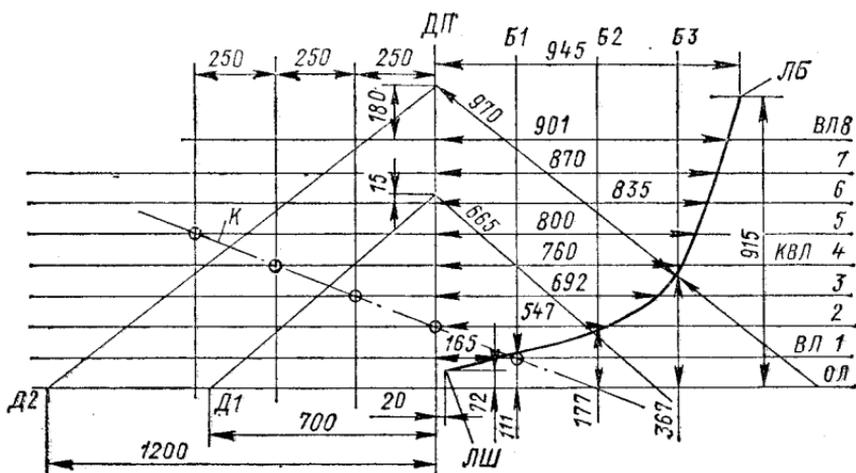


Рис. 66. Построение сетки проекции «Корпус» и обвода шп. 4 катера «Гюлень» (см. рис. 5 и табл. 1).

К — линия для проверки правильности построения сетки.

полученной точки восстановим перпендикуляр (при помощи чертежного треугольника) к ВЛ8. Далее найдем высоту от ОЛ линии борта (в нижней части того же столбца для шп. 4); она равна 915 мм. Отложим это расстояние от ОЛ таким образом, чтобы отметка 915 мм на рулетке пересеклась с только что начерченным перпендикуляром. Мы получили точку линии борта ЛБ.

Следующая цифра в столбце сверху — 901 мм — полуширота от ДП по ВЛ8. Отложим этот размер по линии ВЛ8. То же сделаем и с последующими ординатами, указанными в столбце для соответствующих ватерлиний, вплоть до ВЛ1.

У киля от ДП нужно отложить полушироту шпунта — 20 мм. Этого размера в таблице нет, он указан на проекции «корпус» теоретического чертежа. В самой нижней строке столбца найдем высоту линии шпунта от ОЛ, равную 72 мм. Ее нужно отложить по линии, параллельной ДП и отстоящей от нее на 20 мм. Получим точку ЛШ, где наружная обшивка примыкает к килю.

В нижней части столбца указаны высоты от ОЛ до точек пересечения шп. 4 с батоксами Б1, Б2 и Б3. Размеры 111, 177 и 367 мм откладываются на соответствующих линиях сетки.

Таким образом мы получили 12 точек, принадлежащих обводу шп. 4. Остается, пользуясь гибкой деревянной рейкой, прижатой к полу специальными грузами (крысами), по полученным точкам провести плавную кривую линию. Места наибольшего изгиба обвода по скуле и у киля дополнительно проверяются по ординатам рыбин Д1 и Д2. Все точки должны располагаться на плавной кривой; если же какие-либо из них окажутся вне обвода, это свидетельствует о недостаточном согласовании обводов при разработке чертежа, ошибке в таблице ординат или ошибке при разбивке на плазе.

Подобным же образом строятся на проекции «бок» линии батоксов — для каждого из них можно выделить свою строку в таблице плазовых ординат, а на «полушироте» — ватерлинии.

Таблица плазовых ординат может иметь и другую форму, но принцип ее построения будет аналогичным.

При построении всех трех проекций проверяется согласование обводов по положению точек пересечения одноименных линий. Например, расстояние от точки пересечения батокса Б1 (рис. 67) с ВЛ1 до 5-го шпангоута на «полушироте» должно быть равно соответствующему расстоянию на «боку», а высота этой точки над ОЛ должна соответствовать ее высоте на «корпусе». Подобным образом согласовываются все характерные точки теоретического чертежа. Несогласованность точек (разница в расстояниях — ординатах, которые теоретически должны быть одинаковыми на разных проекциях) допускается 0,1—0,2 мм.

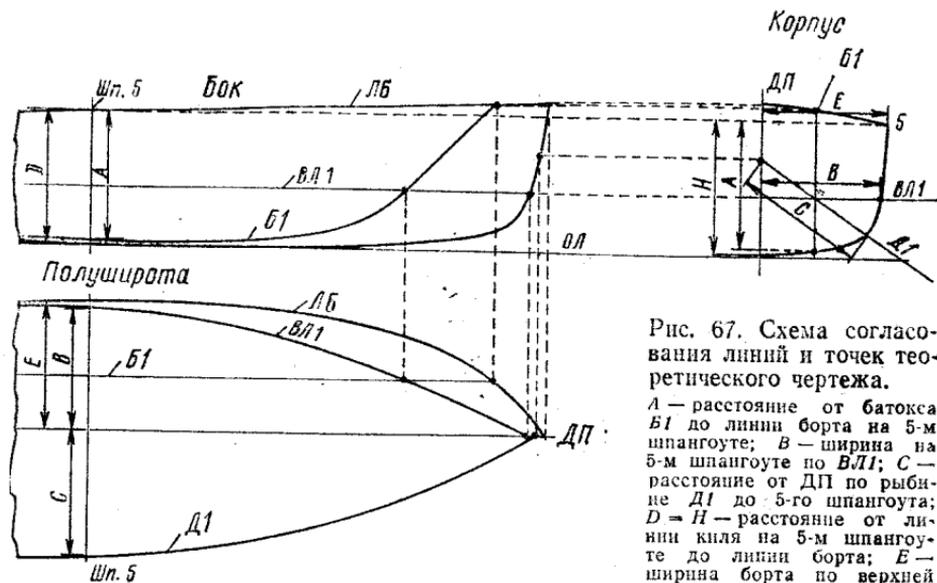


Рис. 67. Схема согласования линий и точек теоретического чертежа.

А — расстояние от батокса $B1$ до линии борта на 5-м шпангоуте; В — ширина на 5-м шпангоуте по $ВЛ1$; С — расстояние от ДП по рыбине $D1$ до 5-го шпангоута; $D = H$ — расстояние от линии киля на 5-м шпангоуте до линии борта; Е — ширина борта по верхней палубе.

Использование неточно построенного теоретического чертежа может привести к переделкам готового набора, когда он уже будет выставлен на стапеле.

Располагая плазовой разбивкой, строитель может на ней изобразить в натуральную величину любую деталь корпуса. Таких деталей немного. Это, в первую очередь, киль, форштевень, ахтерштевень, транец, кнопы, кицы и дейдвудные бруссы. Все это составляет закладку судна. Названием своим закладка обязана тому, что в собранном виде она образует как бы основание всего набора — скелета судна.

Высоту киля обычно указывают на конструктивном чертеже в нескольких сечениях; ширину берут с учетом полушироты по шпунту из таблицы плазовых ординат. Поперечное сечение киля, как и всякой другой продольной связи, легко построить прямо на проекции «корпус» на любом теоретическом шпангоуте. Для расчета шпунта на форштевне нужно использовать проекции «бок» и «полуширота».

Для изготовления форштевня удобно иметь форму его нескольких поперечных сечений плоскостями, расположенными примерно перпендикулярно одной из его кромок. На рис. 68 такие сечения обозначены цифрами 1-1, 2-2, 3-3 и 4-4. Прежде всего необходимо вычертить следы, которые получаются в этих плоскостях от пересечения с наружной обшивкой корпуса. Для этого находим точки пересечения секущей плоскости с характерными линиями теоретического чертежа. Для сечения 1-1 такими точками на проекции «бок» будут: А — пересечение с линией батокса $B1$ и В — с ватерлинией $ВЛ5$. Замерив на «боку» соответствующие расстояния X_1 и X_2 , их откладывают на линии 1-1, которая представляет собой линию ДП в данном сечении. Вторая координата — полуширота точки А известна — это отстояние $У_1$ линии батокса $B1$ от ДП.

Полушироту точки В легко найти на проекции «полуширота», опустив из этой точки перпендикуляр $ВВ'$ до пересечения с линией $ВЛ5$. Третью точку следа определяет полуширота шпунта a , снятая для $ВЛ4$ на «полушироте». Соединив три полученные точки плавной кривой, найдем очертания наружной обшивки в сечении 1-1. Отложим внутрь от этой кривой толщину обшивки δ и проведем вторую линию, которая обозначит внутреннюю поверхность обшивки, прилегающую к форштевню. Остается на разметке сечения нанести ширину b и высоту h форштевня, чтобы получить его поперечное сечение в натуральную величину. По нему можно впоследствии изготовить шаблон для обработки штевня. Подобным же образом строятся и остальные сечения форштевня, которые нанесены на рисунке.

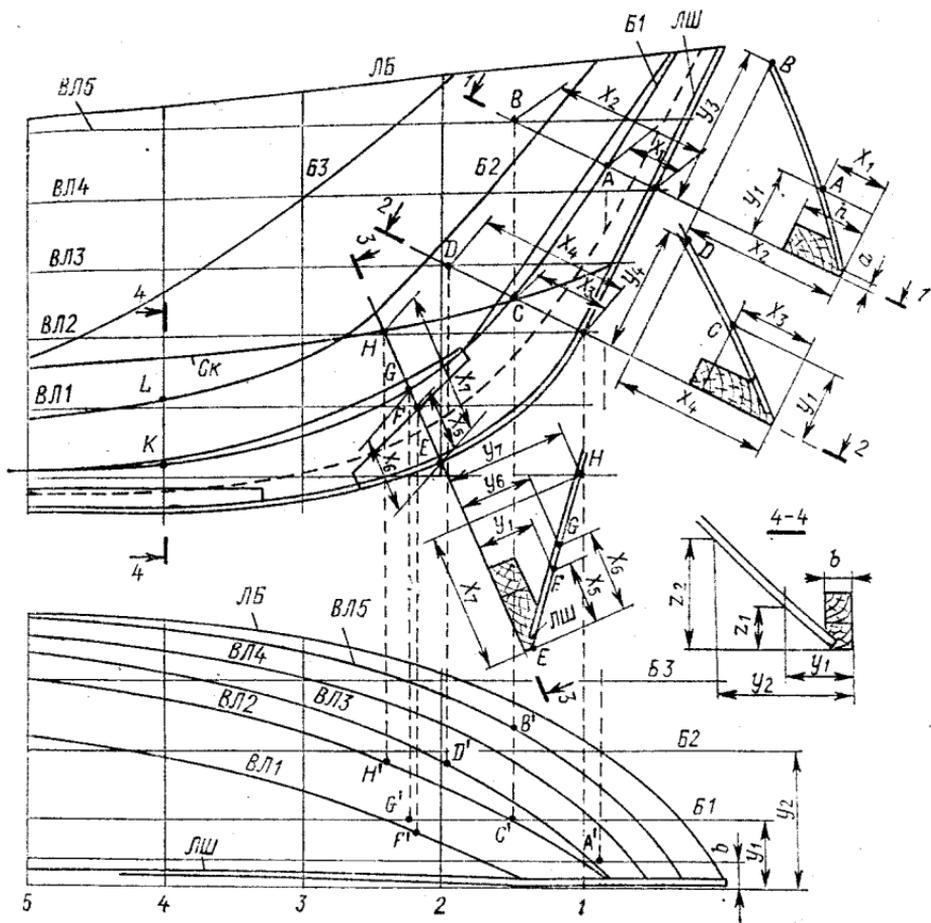


Рис. 68. Разметка поперечных сечений форштевня и шпунта на плазе.

По плазовому теоретическому чертежу выполняется и построение истинных очертаний транца, если он наклонный или изогнут по радиусу. Пример такого построения для плоского наклонного транца приведен на рис. 69. Построение осуществляется на прямой ДП, расположенной параллельно линии транца на «бок». На эту прямую проектируются следы пересечения с транцем плоскостей ватерлиний и линии борта. Расстояния между ватерлиниями в плоскости транца будут несколько больше, чем замеренные в вертикальной плоскости. На каждую ватерлинию переносятся с «полушироты» ординаты $У_1$, $У_2$ и $У_3$ (кстати, в таблице плазовых ординат они вписаны в истинной величине). Затем наносят следы батоксов — они располагаются от ДП на тех же расстояниях, что и на всех проекциях теоретического чертежа. Далее на батоксы с проекции «бок» проектируют точки пересечения соответствующих батоксов с линией транца. Соединив точки A' , B' , C' , D' , F' и G' плавной кривой, получим обвод транца в истинном виде.

Пользуясь разметкой на плазе, делают шаблоны, по которым легко разметить детали закладки на деревянных заготовках, а затем и обработать их в чистый размер, точно соответствующий теоретическому чертежу.

На плазе вычерчивают и другие детали сложной формы, например фундаментные брусья под двигатель (предварительно нужно наметить положение оси гребного вала), уточняют положение продольных связей и изображают их попереч-

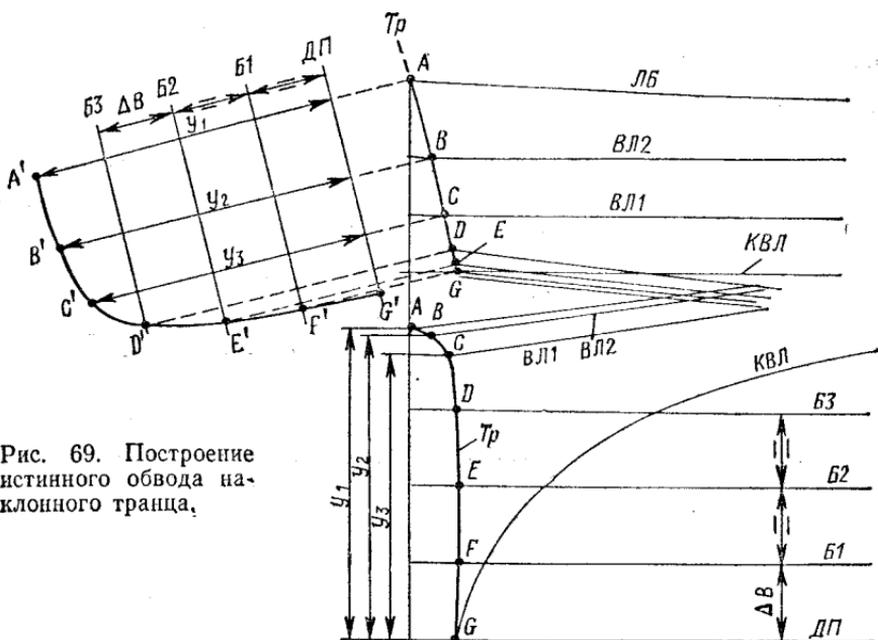


Рис. 69. Построение истинного обвода наклонного транца.

ные сечения на шпангоутах (если надо сделать в поперечном наборе соответствующие вырезы — пазы для прохода стрингеров).

Полностью вычертить теоретический чертеж даже небольшой лодки в натуральную величину судостроитель-любитель может далеко не всегда, так как для этого необходимо иметь довольно большое свободное помещение, соответствующие инструменты: длинные гибкие рейки-правила, прижимы-крысы для фиксации положения изогнутых реек и т. д., а самое главное — достаточные навыки. Имея таблицу ординат, можно ограничиться разбивкой только одной, самой необходимой и небольшой по площади проекции — «корпус». При малых размерах лодки сделать это можно на листе плотной бумаги, который легко сворачивать в рулон и убирать на время перерывов в работе. Если на таком импровизированном плазе вычертить еще обвод форштевня и угол наклона транца, этого будет достаточно для сборки корпуса.

Следует однако учитывать, что бумага дает большую усадку при изменении влажности в помещении, поэтому хранить такой «плаз» нужно в комнате с постоянной температурой.

Но обойтись разбивкой одной проекции «корпус» можно только в том случае, если на имеющемся теоретическом чертеже будут построены практические, или конструктивные, шпангоуты, которые входят в набор корпуса лодки. Если же шпангоуты теоретического чертежа не совпадают с практическими шпангоутами, приходится делать полную плазовую разбивку, а затем выполнять построение обводов практических шпангоутов на проекции «корпус».

Иногда для практического «корпуса» делают специальный плазовый щит, так как на нем удобнее осуществлять сборку шпангоутных рам или изготавливать шаблоны для выклеивания шпангоутов, не опасаясь испортить теоретические линии корпуса. Чаще практические шпангоуты наносят на том же плазе, что и теоретические, но карандашом или краской другого цвета.

Предварительно на «боку» и «полушироте» теоретического плаза размечают, в соответствии с конструктивным чертежом судна, положение всех практических шпангоутов и переборок по длине и восстанавливают из этих точек перпендикуляры к ОЛ и ДП (рис. 70). Для перенесения ординат с этих проекций на корпус удобно использовать прямые хорошо простроганные рейки-линейки прямоугольного или треугольного сечения. Наложив прямой кромкой такую линейку на линию практического шпангоута на «боку», на нее рисками переносят точки пересече-

чения с этим шпангоутом линий киля, борта, всех батоксов и скулы, если она есть, а также ОЛ, которая является базовой линией для отсчета. Против каждой риски ставится условное обозначение соответствующей линии.

Затем рейку переносят на проекцию «корпус». Последовательно совмещая ее с ДП, линиями батоксов и т. п., на них делают отметки по рискам, нанесенным на рейку, следя, чтобы риска ОЛ совпала с этой линией на «корпусе». Рейку используют и для переноса точек пересечения практического шпангоута с теоретическими линиями на «полушироте»; начальной точкой отсчета здесь является риска ДП, которая совмещается с соответствующей линией на «корпусе» при разметке всех полуширот. Полученные точки на проекции «корпус» соединяют плавной кривой, являющейся обводом практического шпангоута.

Обводы практических шпангоутов для удобства сборки рам вычерчивают обычно на оба борта, строго симметрично относительно ДП. Чтобы проще было ориентироваться среди множества линий, обводы носовых и кормовых шпангоутов нужно наносить разной краской.

Разметка практических шпангоутов упрощается при остроскулых обводах корпуса, когда достаточно перенести на «корпус» только несколько «опорных» точек шпангоута: полушироту и высоту киля, скулы, линии борта.

При разбивке практического плаза судов, имеющих палубу, необходимо построить очертания бимсов, которым придается выпуклость (погибь), направленная вверх. Погибь бимсов нужна для того, чтобы вода, попавшая на палубу, скатывалась к бортам. Стрелка погиби может иметь различную величину: для более крупных судов — от 1/40 до 1/60 ширины палубы, для мелких — от 1/20 до 1/40. Палуба рубки может быть выполнена с еще большей стрелкой погиби, чтобы увеличить высоту помещения в его средней части, обычно служащей проходом.

Существует несколько способов построения кривой погиби бимсов; простейший из них показан на рис. 71. При ДП проводится четверть окружности с ра-

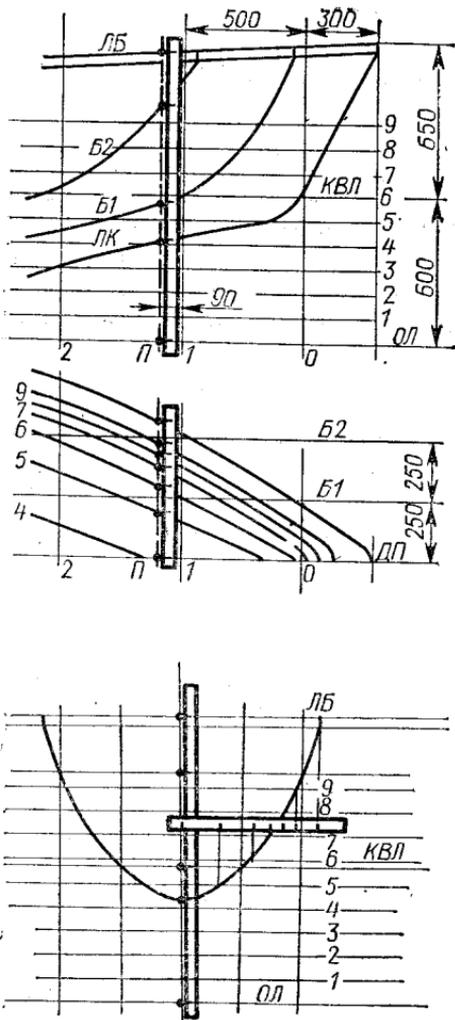


Рис. 70. Построение обвода переборки, отстоящей на 90 мм в корму от шп. 1, по проекциям «бок» и «полуширота» с использованием реек.

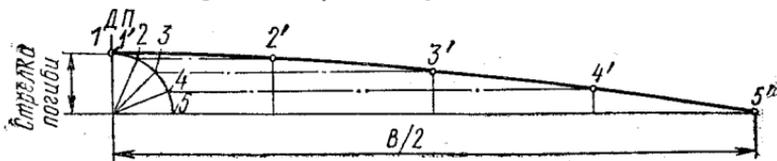


Рис. 71. Построение погиби бимсов.

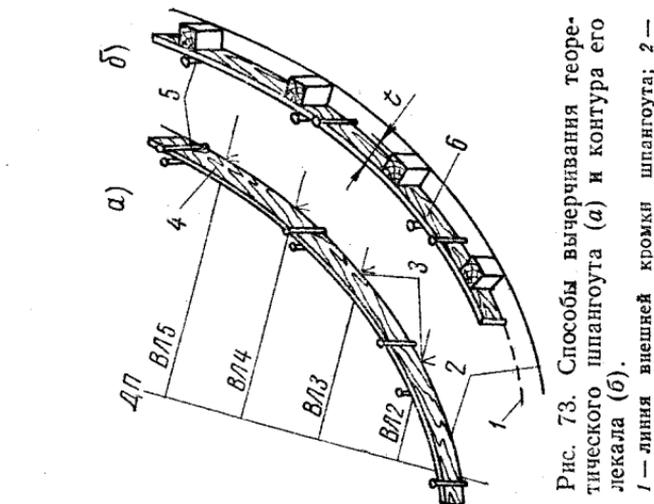


Рис. 73. Способы вычерчивания теоретического шпангоута (а) и контура его декала (б).

1 — линия внешней кромки шпангоута; 2 — контур шпангоута по теоретическому чертежу (по наружной обшивке); 3 — отметки полуширот на ватерлиниях; 4 — рейка 5 × 15 × 1500; 5 — гвоздь; 6 — рейка с приклеенными брусочками (1 — толщина наружной обшивки).

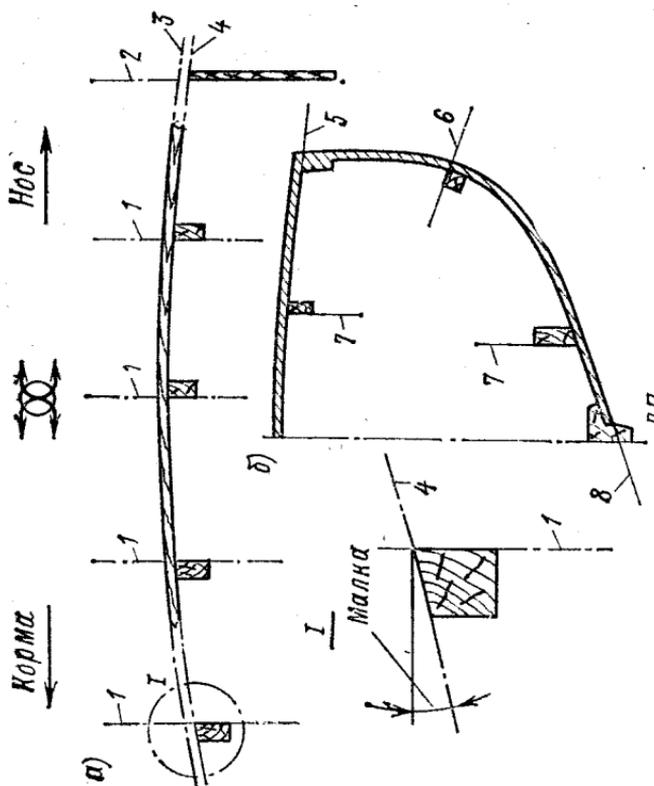


Рис. 72. Положение теоретических линий конструктивных элементов корпуса: а — план корпуса; б — поперечное сечение.

1 — линии кормовых кромок носовых шпангоутов и носовых кромок кормовых шпангоутов; 2 — линия носовой поперечной переборки; 3, 4 — линии наружной поверхности обшивки соответственно при толстой (дерево) и при тонкой (металл, фанера, стеклопластик) обшивке; 5 — линия внутренней поверхности растла палубы; 6 — линия бортового стрингера; 7 — линия балок продольного набора; 8 — линия килевого шпунта.

диусом, равным выбранной стрелке погиби. Полученная дуга окружности делится на 3—6 равных частей. На такое же число частей делится полуширота палубы. Через точки делений проводятся взаимно перпендикулярные линии, точки пересечения которых определяют кривую погиби бимсов: $1' - 2' - 3' - 4' - 5'$.

Для того чтобы при постройке судна можно было выдержать обводы по теоретическому чертежу (а только тогда качество и вид судна будут соответствовать запроектированным), необходимо знать правила о положении теоретических линий конструктивных элементов корпуса.

Теоретической линией называется линия поверхности конструктивного элемента, совпадающая с линией теоретического чертежа. Такими линиями для деревянного судна с дощатой или реечной обшивкой являются:

— линия наружной поверхности обшивки; при изготовлении шпангоутов, кильевой и киля толщина обшивки должна откладываться внутрь от теоретических обводов корпуса;

— линия внутренней поверхности настила палубы; иначе говоря, это — верхняя кромка бимса, совпадающая с линией бимса теоретического чертежа;

— линия кормовой кромки носовых шпангоутов и носовой кромки кормовых шпангоутов; при изготовлении шпангоутов и переборок по плазовой разбивке (за вычетом толщины обшивки) необходимо точно соблюдать правило теоретических линий, тогда снятие малки (срезание угла) с этих деталей при обшивке корпуса не приведет к изменению обводов;

— линия кромки карленгсов и стрингеров, обращенная к ДП (рис. 72).

На рис. 73 показаны способы вычерчивания теоретического шпангоута (а) на плазе и контура его лекала (б) с учетом толщины деревянной обшивки.

При разбивке плаза металлических, пластмассовых и фанерных судов, как правило, толщину обшивки учитывать не надо, т. е. обводы шпангоутов являются и теоретическими линиями (при отступлении от этого общего правила в таблице должно быть соответствующее указание).

На плазовом чертеже пробивают все теоретические линии элементов конструкций и уже по ним снимают необходимые размеры и шаблоны.

Изготовить детали точно по плазовому чертежу — это еще не все. Нужно их правильно поставить на место, т. е. закрепить каждую деталь так, чтобы ее положение относительно трех базовых плоскостей: основной (по высоте), диаметральной (по ширине) и мидель-шпангоута (по длине) — строго соответствовало теоретическому чертежу и плазовой разбивке. Поэтому при заготовке на детали переносят с плазового чертежа положение контрольных линий: ДП, ватерлинии или каких-то дополнительных, параллельных им линий с указанием расстояния до них. По длине, например, положение детали вполне определяется номером шпангоута; если этого недостаточно, указывается расстояние до ближайшего шпангоута.

§ 3. Сборка корпуса на шпангоутах

Существует большое разнообразие современных конструкций деревянных корпусов малых судов и методов их постройки. Выбор конструкции и технологии для судостроителя-любителя определяется главным образом наличием определенных материалов и условий для стальной сборки корпуса. В любом случае любитель вынужден экономить ту часть материалов и труда, которая на судовой верфи затрачивается на изготовление специальной оснастки и которая окупается при использовании этой оснастки лишь при постройке многих судов по одному проекту. Именно поэтому независимо от материала наружной обшивки и ее конструкции наибольшее распространение в любительском судостроении получил метод постройки корпусов на шпангоутных рамах. При этом методе собранные на рабочем плазе шпангоуты, транец и переборки устанавливают на стапеле в соответствии с конструктивным чертежом корпуса, раскрепляют их в вертикальном положении, врезают в них продольный набор (киль, стрингера, привальные бруссы), подготавливают набор под обшивку и обшивают досками, рейками или фанерой. В данном случае шпангоуты вместе с продольным набором образуют каркас, задающий форму корпуса, и поэтому они должны обладать достаточной

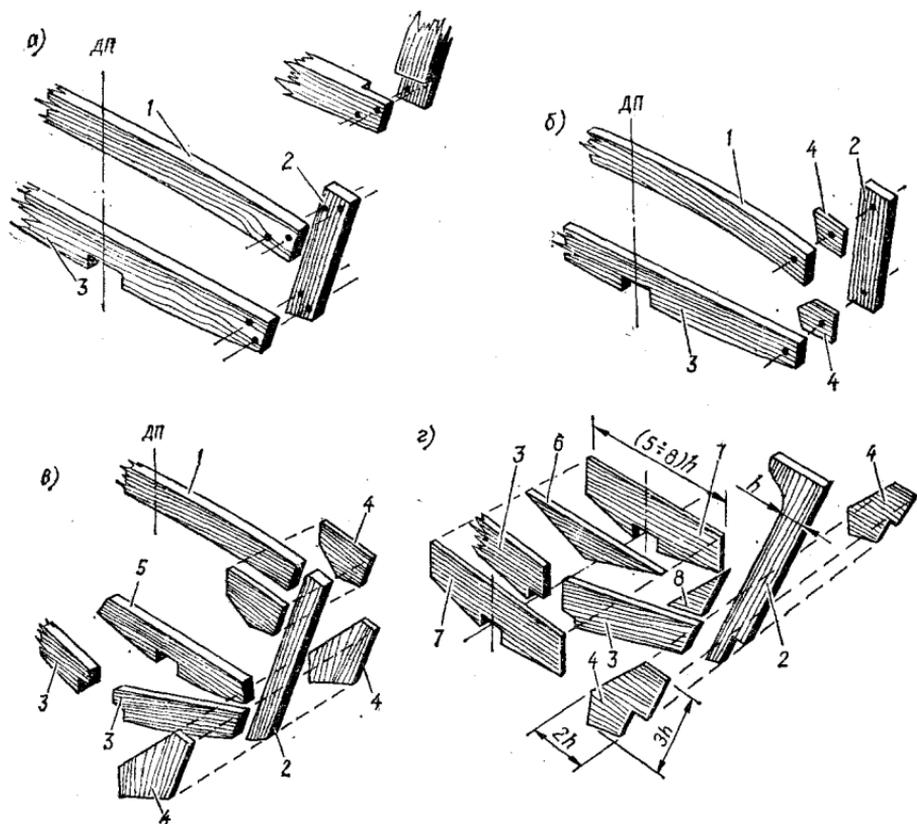


Рис. 74. Варианты сборки шпангоутных рамок: а — внахлестку (и вариант с врезкой вполдерева); б — с применением одинарных книц; в — с флором и двусторонними кницами; г — с фанерными двусторонними флорами и кницами с заполнителем.

1 — бимс; 2 — топтимбер; 3 — флортимбер; 4 — кницы; 5 — флор; 6 — заполнитель флора; 7 — фанерные флоры; 8 — заполнитель скуловых книц.

жесткостью, прочностью и, естественно, точно соответствовать обводам теоретического чертежа.

При остроскулых обводах шпангоутные рамки могут быть собраны из прямо-слойных реек и фанерных накладок — книц (рис. 74). Рейки располагаются в шпангоуте своими узкими кромками к обшивке, благодаря чему шпангоуты получают большую поперечную жесткость и, кроме того, в них можно врезать рейки продольного набора, не опасаясь за ослабление прочности.

На простой плоскодонной гребной лодке типа «Скиф» днищевые 3 и бортовые 2 (топтимберы) части шпангоута соединяют внахлестку, скрепляя их сквозными гвоздями-заклепками или винтами (рис. 74, а). При необходимости получить шпангоут повышенной прочности соединения усиливают кницами 4 из фанеры или из досок такой же толщины, что и шпангоут (рис. 74, б). Кница позволяют применять большее число заклепок и разнести их по большей площади.

На быстроходных моторных лодках и катерах с килеватым днищем шпангоутная рамка собирается из большого числа деталей (рис. 74, в). Кницы 4 ставятся на клею на скуле и бимсах с обеих сторон. Днищевые ветви 3 шпангоута (флортимберы) соединяют накладным флором 5. В соединениях могут быть применены как сквозные заклепки, так и короткие гвозди при условии, что обеспечивается хорошая запрессовка склеиваемых деталей. Шпангоутные рамки для ка-

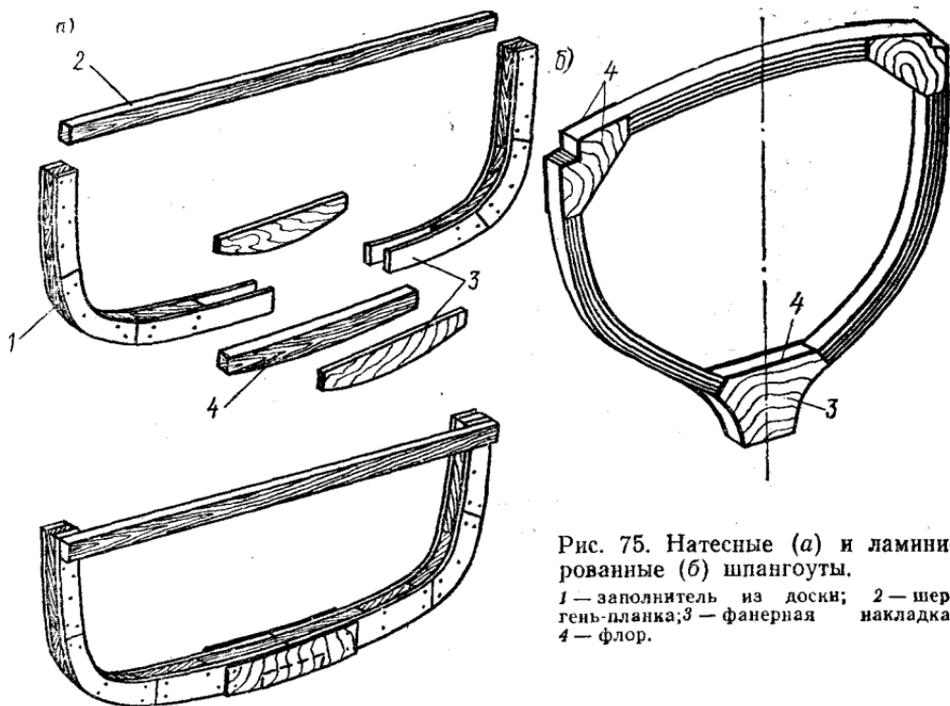


Рис. 75. Натесные (а) и ламинированные (б) шангоуты.

1 — наполнитель из доски; 2 — шергень-планка; 3 — фанерная накладка; 4 — флор.

теров собирают на фанерных накладных флорах 7 с наполнителем 6 между ними (рис. 74, г). Такие же наполнители 8 ставят и между скуловыми кницами.

Чтобы шангоуты не деформировались при стапельной сборке, когда их верхние концы сжимают усилия от привальных брусцев и обшивки, их необходимо снабжать бимсами или временными планками. Чаще всего такие планки крепят на определенной высоте, одинаковой для всех шангоутов. Верхние кромки этих планок, простроганные и выверенные по горизонту, служат базой для установки шангоутов на стапель (в этом случае их называют шергень-планками).

Для деталей шангоутов применяют мелкослойные сосновые рейки (реже дубовые). Часто днищевые ветви выклеивают из пакета реек и покрывают их фанерой с обеих сторон. Это самая прочная и легкая конструкция, рекомендуемая для быстроходных катеров.

Суда, имеющие круглоскулые обводы, могут быть построены с натесными и шангоутами, собираемыми из нескольких частей, или гнутыми (цельными), ламинированными из реек (рис. 75).

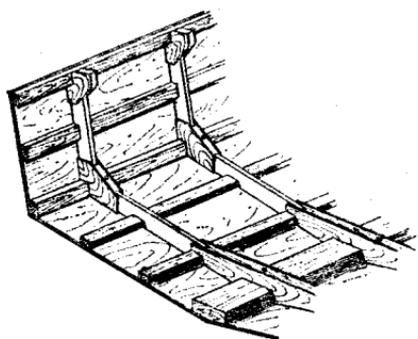
Части натесного шангоута выпиливают на ленточной пиле или вытесывают топором из досок; соединяют их встык на накладках или оклеивают полосами водостойкой фанеры целиком весь шангоут с обеих сторон.

При изготовлении фанерованных шангоутов рекомендуется такая последовательность работ. Сначала по плазу размечают на полосах бакелизированной фанеры отдельные части боковых накладок шангоута, которые подгоняют друг к другу по длине. Накладки кладут на деревянные заготовки таким образом, чтобы стыки доски и фанеры не совпадали, и скрепляют пакет на клею и сквозных гвоздях-заклепках. После затвердевания клея шангоуты опиливают по контуру лучковой или ленточной пилой. Обе ветви шангоута соединяют вместе при помощи флора и шергень-планки.

Ламинированные шангоуты выклеивают по шаблону-цулаге из нескольких реек по толщине в зависимости от радиуса изгиба шангоута (см. табл. 13). Соединение отдельных ветвей осуществляется на одно- и двухсторонних флорах, а также при помощи бимсов и шергень-планок.

Поскольку шангоуты описываемой конструкции обладают большой прочностью и жесткостью, расстояние между ними может быть достаточно больш-

а)



б)

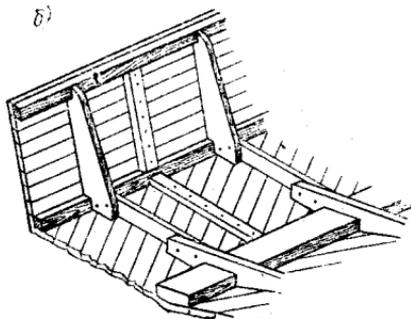


Рис. 76. Набор корпуса остроскулого катера со стрингерами (а) и промежуточными шпангоутами (б).

шим — от 500 до 800 мм в зависимости от кривизны обводов корпуса. Однако тонкая фанерная или дощатая обшивка нуждается в более частом подкреплении набором — продольным или поперечным. Поэтому возможны три варианта конструкции: 1 — с продольными стрингерами по борту и днищу (при фанерной обшивке); 2 — с пазовыми рейками (при обшивке корпуса досками) и 3 — с облегченными промежуточными шпангоутами из реек, которые ставятся внутри корпуса после его обшивки досками или фанерой (рис. 76).

Стрингера разбивают участки обшивки между шпангоутами на узкие панели, благодаря чему фанера меньше деформируется при ударах о волну и лучше сопротивляется таким местным нагрузкам, как удары о камни или плавающее бревно, удары бортом о причал или другие суда.

Пазовые рейки помимо повышения жесткости наружной обшивки обеспечивают надежную связь между соседними поясьями из тонких досок, поэтому этот тип обшивки отличается хорошей водонепроницаемостью при сравнительно небольшом весе.

Промежуточных шпангоутов ставят обычно от одного до трех между основными; они выполняют те же функции, что стрингера и пазовые рейки: разбивают фанерную обшивку на узкие панели и обеспечивают связь между отдельными поясьями при обшивке из досок. Достоинством такой конструкции является то, что не требуется делать врезки в основной поперечный набор, как это имеет место при продольных стрингерах и пазовых рейках.

При постройке корпусов малых судов на шпангоутах чаще всего применяется метод стальной сборки в положении корпуса вверх килем. Этот метод подробно описан в разделе 3 применительно к некоторым лодкам. Общий порядок работ следующий.

Все шпангоуты снабжаются шергель-планками, верхняя отфугованная кромка которых находится на одном и том же уровне от ОП — шергель-линии, положение которой выбирают так, чтобы удобно было крепить детали набора на стале и обшивать корпус. Бортовые ветви шпангоутов при этом часто приходится делать длиннее, чем высота борта. По окончании сборки их подпиливают точно по линии борта и освобождают корпус от стапеля.

Если судно имеет палубу, удобно шпангоуты ставить на стапель не на шергель-планках, а на стойках (см. рис. 76). Однако и в этом случае на шпангоуты следует нанести горизонтальную линию (это может быть одна из ватерлиний) для контроля их положения при установке на стапель.

Стапель целесообразно сделать из двух параллельных брусев, которые создадут хорошую базу для надежного крепления шпангоутов в поперечном направлении. Вырезы в брусках под шергель-планки, показанные на рис. 77, должны быть сделаны так, чтобы все контрольные кромки планок располагались в одной горизонтальной плоскости. При установке шпангоутов на такой стапель регулировка их положения производится путем подклинивания шергель-планок в их гнездах; необходимости в тщательной фуговке и выверке верхних кромок ста-

пелных брусев нет. Достоинством этой конструкции стапеля является также возможность в случае необходимости переносить корпус легкой лодки в процессе постройки с места на место.

На стапель ставят сначала средний шпангоут (мидель-шпангоут) и тщательно выверяют его положение в вертикальной плоскости отвесом. Перпендикулярность относительно ДП, обозначенной стальной струной или леской, натянутой на стапеле, можно проверить, замерив рейкой расстояния от какой-либо из точек на этой струне до точки пересечения штергель-линии с внешней кромкой шпангоута на одном и на другом борту. При правильной установке шпангоута оба эти расстояния должны быть одинаковыми. Затем в нос и в корму ставят остальные шпангоуты. Правильность установки шпангоутов и плавность обводов проверяют, прикладывая длинные рейки к бортам и днищевым ветвям шпангоутов.

Когда шпангоуты закреплены и проверены, на них размечают положение скуловых и днищевых стрингеров, привальных брусев и киля. Заготовленные рейки продольного набора временно пришивают гвоздями на свои места, причерчивают к шпангоутам, на которых затем надпиливают ножовкой и аккуратно выбирают стамеской гнезда. Лучше гнезда делать по ширине слегка меньше рейки так, чтобы она входила в них с натягом.

Для удобства работы киль, форштевень и кормовую кицу собирают в одну закладку. Киль крепят к каждому шпангоуту на клею и шурупах; конец форштевня прикрепляют к стапелю. Иногда киль и скуловые стрингера крепят к шпангоутам на болтах через металлические угольники (рис. 78). Подтянув струбинами киль к шпангоутам, прикладывают к месту соединения угольник, через отверстия в нем просверливают шпангоут, ставят и затягивают болты. Затем через отверстия в другой полке угольника просверливают отверстия в киле, разделяют снаружи эти отверстия под головки болтов, забивают болты снаружи и затягивают гайки. Так же поступают и со скуловыми стрингерами.

Когда рейки продольного набора поставлены, рубанком снимают малку — сострагивают выступающие углы по кромкам шпангоутов и стрингеров до плотного прилегания обшивки к набору. Для контроля прикладывают под разными углами к набору широкую полосу фанеры длиной 1,5 м; она должна плотно прилегать к шпангоутам по всей толщине их кромок. Грань шпангоута, совпадающую с теоретической линией, строгать нельзя — это может изменить обводы корпуса и образовать на нем провал. Меньше всего приходится малковать шпангоуты в средней части, больше — в носу и в корме. В оконечностях делают малку также на киле, форштевне, а иногда даже и на кнопе.

Здесь операцию снятия малки лучше выполнять так (рис. 79). Приложить рейку с прямолинейной кромкой по диагонали к килю — так, чтобы она пере-

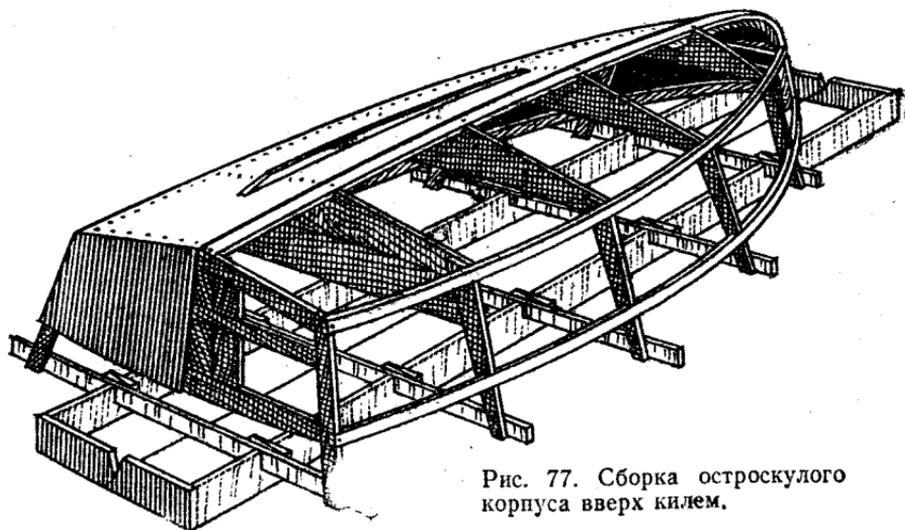


Рис. 77. Сборка остроклюлого корпуса вверх килем.

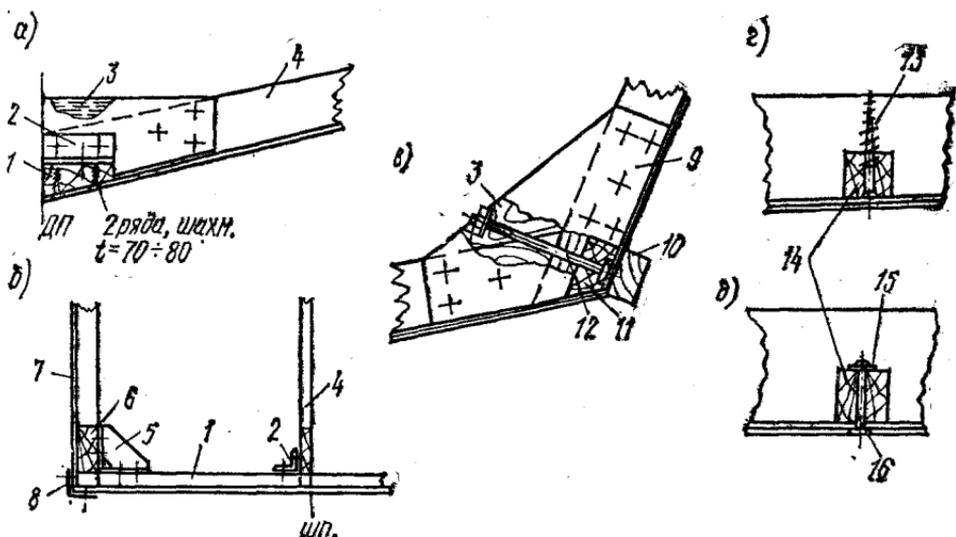


Рис. 78. Крепление продольного набора к шпангоутам: а — киль к шпангоуту; б — киль к транцу и к шпангоуту; в — скуловой стрингера к шпангоуту; г — днищевой стрингера к шпангоуту; д — обшивки к стрингеру.

1 — киль; 2 — коротыш $50 \times 50 \times 3$; 3 — заполнитель; 4 — шпангоут; 5 — старикница; 6 — обвязка транца; 7 — транец; 8 — окантовка из металлической полосы; 9 — скуловая кница; 10 — скуловая накладка; 11 — скуловой стрингер; 12 — болт $d = 5 \div 6$; 13 — шуруп 4×60 ; 14 — днищевой стрингер; 15 — шайба; 16 — заклепка $d = 3$.

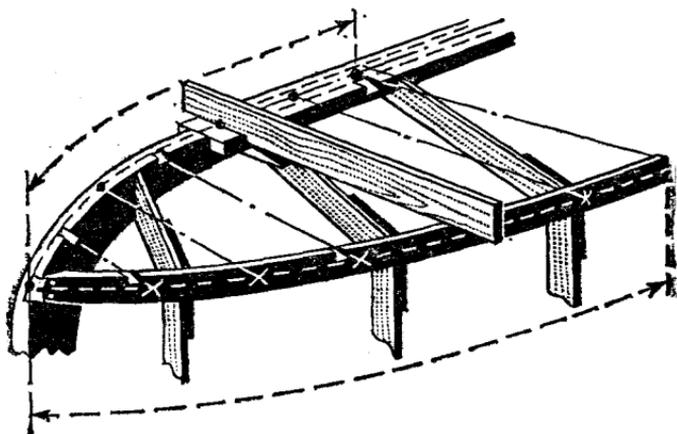


Рис. 79. Малковка набора в носовой оконечности корпуса.

секла флортимберс шпангоута, помечают карандашом ее положение на всех кромках набора, которых она касается. Затем стамеской выбирают в кромках набора гнезда до плотного прилегания к ним рейки. Эту операцию повторяют, перемещая рейку на 250—400 мм дальше в нос или корму. В конце концов на киле, скуловом стрингере, форштевне и флортимберсах окажется целый ряд гнезд. Остается срезать излишек древесины между гнездами сначала стамеской, а затем рубанком, и набор будет смалкован под установку обшивки. Иногда проверяют плотность прилегания фанеры к кромкам набора, натирая их древесным углем, оставляющим след на фанере при ее прикладывании. Если по длине кромки остается много чистых мест, следует подстрогать или снять рашпилем выступающие части.

Фанерные кницы и флоры при сборке шпангоутов рекомендуется не доводить до их кромок на 4—5 мм, чтобы при снятии малки избежать расщепления фанеры. Все головки шурупов, заклепок и болтов, которые ставятся со стороны набора, прилегающей к обшивке, должны быть достаточно утоплены в древесину, чтобы не мешать снятию малки.

Аналогичным способом можно собрать на жестких шпангоутах и корпус с круглоскулными обводами при его обшивке досками или рейками. Для снятия малки к шпангоутам прикладывают длинную гибкую рейку от форштевня до транца и, подрезая стамеской наружную кромку шпангоута, делают по его периметру ряд гнезд; затем сострагивают излишний материал между гнездами.

§ 4. Сборка корпуса на лекала

Круглоскулые корпуса с обшивкой из реек или досок на гнутых шпангоутах, а также с клинкерной обшивкой на натесных (составленных из частей, вытесываемых из досок) шпангоутах удобнее собирать на поперечных лекалах. Этот способ широко применяют при серийной постройке судов, когда лекала многократно используются и позволяют получать корпуса с идентичными обводами.

Корпус может быть построен в положении вверх килем. В этом случае процесс сборки и конструкция стапеля практически не отличаются от рассмотренной выше технологии постройки корпуса на шпангоутах.

В ряде случаев, особенно при постройке сравнительно крупных судов, удобнее осуществлять сборку при нормальном положении корпуса — вниз килем. В этом случае стапель может быть изготовлен в виде жесткого продольного бруса 8 (рис. 80) с прямой и строго горизонтальной верхней плоскостью, с которой должна совпадать основная плоскость теоретического чертежа. К брусу крепят две вертикальные стойки 4, соединяемые верхним стапельным брусом 1. На стапеле отбивают по туго натянутой струне 3 линию диаметральной плоскости, а затем размечают положения поперечных лекал, которые обычно совпадают с теоретическими шпангоутами. На стойках наносят положение контрольных ватерлиний.

На стапельном бруске закладывают киль 6 с форштевнем 9 и транцем 5, которые надежно крепят к стойкам, проверяя их положение по теоретическому чертежу. Затем на киль ставят лекала 7 и закрепляют их при помощи распорок 2. Закладка образует продольный килевой контур судна. Когда на ней поставлены все лекала, то получается как бы скелетная модель корпуса судна, но без ватерлиний и батоксов.

Наружный контур каждого лекала должен быть смещен внутрь относительно обвода теоретического шпангоута на толщину обшивки, а его конструкция — быть достаточно прочной и жесткой, чтобы по нему можно было изгибать рейки или доски обшивки.

Контур лекала судостроители получают очень просто. Например, выкладывают на плазе гвоздики шляпками по обводу шпангоута (половину шляпки, прилегающую к плазу, надо предварительно сточить), а сверху кладут доску — заготовку лекала и прижимают ее к полу (рис. 81). Полученные на заготовке отпуски шляпок соединяют по рейке плавной кривой. Обрезают лекало по этой кривой и проверяют его еще раз по плазу, приложив к обводу соответствующего

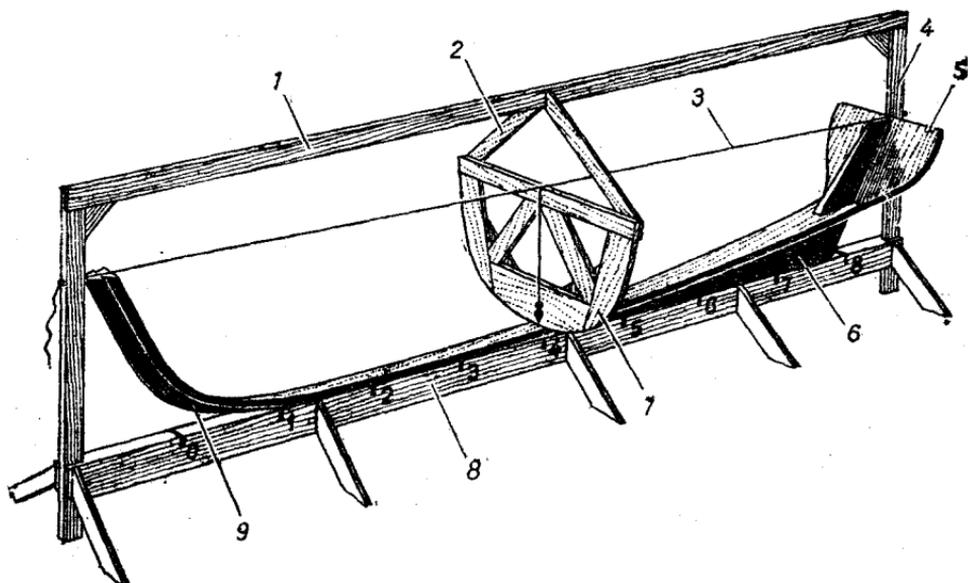


Рис. 80. Закладка корпуса лодки на стапеле.

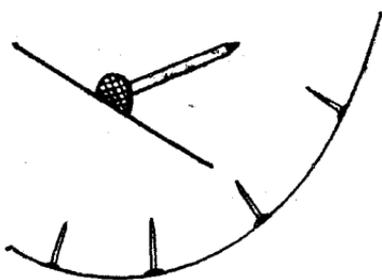


Рис. 81. Перенос обвода шпангоута на лекало при помощи гвоздей со спиленной шляпкой.

шпангоута. Одновременно на лекало переносят с плаза и положение всех необходимых для его установки контрольных отметок. Это отметка 2 линии ДП (рис. 82), контрольные риски линии борта 6 и ватерлинии 7. Если судно собирается в положении вверх килем, на плазовом чертеже на проекции «корпус» должна быть пробита параллельная основной плоскости шергень-линия, которая является как бы основанием для установки лекал на стапеле. В этом случае к каждому лекалу прибивается шергень-планка 5, тщательно простроганная кромка которой при сборке лекала совмещается с шергень-линией на плазовом чертеже.

Для разметки лекал можно также использовать кальку или шаблоны, вырезанные из картона.

Лекало 8 ставят на уже закрепленную на стапеле 9 закладку 10 точно по отметкам шпангоутов. Напомним, что носовые от миделя лекала ставят так, чтобы их толщина располагалась в нос от теоретических линий шпангоутов, а кормовые лекала — толщиной в корму. Это делается для того, чтобы впоследствии с кромок лекал можно было бы снять скос — малку — для плотного прилегания досок обшивки, не нарушая заданных плазом обводов шпангоутов. Каждое лекало крепится распорками 1 к верхнему стапельному брусу 3.

Линия ДП на лекале должна быть совмещена с линией ДП на стапеле или на киле закладки. Вертикальность лекал контролируется при помощи отвеса 4; кроме того, шланговым уровнем 11 проверяется горизонтальность положения прочерченных на лекалах контрольных ватерлиний или шергень-линий. Когда

Рис. 82. Установка лекал на стапель.

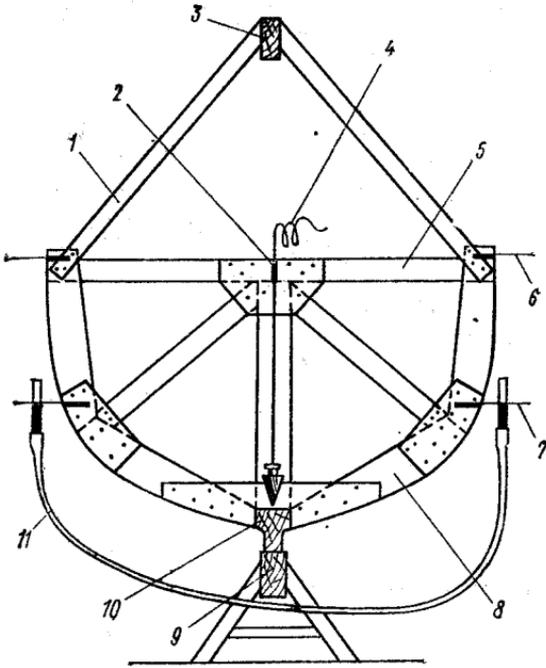
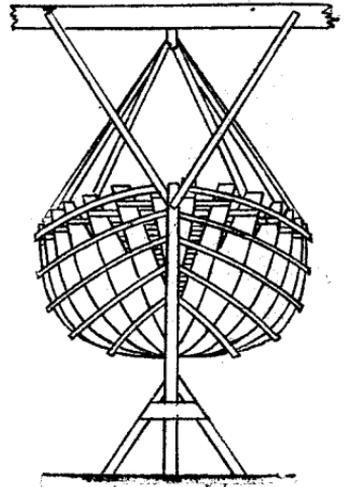


Рис. 83. Вид на стапель с установленными лекалами и рыбинами.



все лекала поставлены и закреплены, по верхней кромке шергень-планок в ДП натягивают стальную струну; естественно, риски ДП на всех лекалах должны лежать точно под этой струной.

Нужно еще убедиться в том, что плоскости лекал строго параллельны. Для этого берут длинную рейку (на всю длину судна) и огибают ею лекала одного борта на уровне палубы от форштевня до транца; отмечают карандашом положение передних граней всех лекал. Затем ту же рейку прикладывают на той же высоте с противоположного борта. Если карандашные риски на рейке и передние грани лекал при этом не совпадают, лекала требуется выровнять.

Только теперь строитель ощущает настоящие размеры и видит обводы будущего судна; перед ним уже не плоский лист чертежа или плаз, а выставленный набор лекал, задающий пространственную форму корпуса (рис. 83). Можно оценить и качество проделанной работы. Любая погрешность обнаруживается при помощи той же упругой рейки: приложенная вдоль корпуса на любой высоте, она должна касаться сразу всех лекал. Обычно четыре — пять таких реек (их называют рыбинами) временно крепят с обоих бортов к лекалам и к форштевню; по ним снимают малку с лекал, подготавливая таким образом каркас для крепления обшивки (рис. 84).

По выставленным и проверенным лекалам набирают дощатую или рейчатую обшивку. Доски крепят к лекалам временно на гвоздях через «мухи» — кусочки фанеры или тонкой дощечки. По окончании сборки корпуса мухи раскалывают, благодаря чему освобождаются шляпки гвоздей, которые легко можно захватить клещами и вытянуть из лекала. К килю, форштевню и транцу доски обшивки крепят окончательно — на шурупах и клею (или густотертой краске).

В полученную скорлупу корпуса через каждые 150—360 мм — в зависимости от размеров судна — вставляют гибкие рейки шпангоутов, которые плотно прижимают к обшивке и проклепывают с ней сквозными гвоздями-заклепками. Обычно для шпангоутов используют прочную и упругую древесину дуба, ясеня или ели. В отличие от составных шпангоутов, здесь рейка шпангоута прилегает

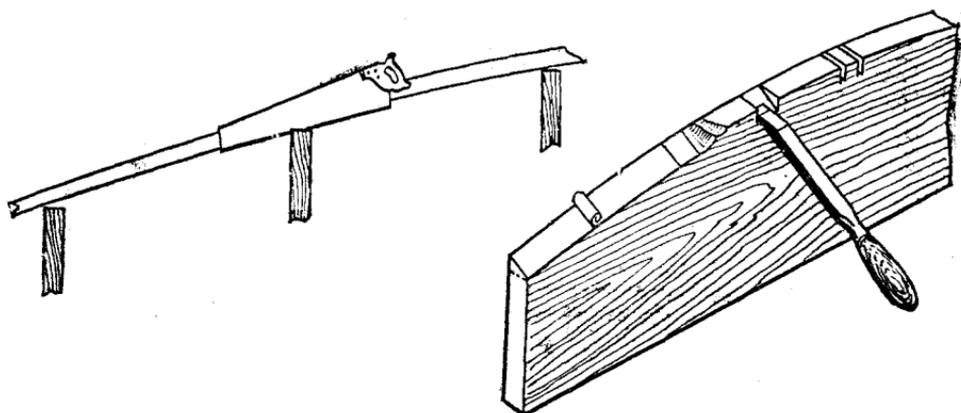


Рис. 84. Снятие малки с поперечных лекал.

к обшивке своей широкой стороной. Если шпангоут не удастся изогнуть точно по обводу корпуса, его заготовку предварительно распаривают в специальном приспособлении (см. рис. 269).

Часто поставленные шпангоуты связывают отдельные пояса обшивки между собой в единую оболочку, доски теперь не имеют возможности «дышать» — сдвигаться одна относительно другой; благодаря этому и обеспечивается водонепроницаемость обшивки.

Когда все шпангоуты поставлены на место и проклепаны с обшивкой, лекала вынимают из корпуса и заменяют их распорками между бортами. Окончательную жесткость верхним кромкам бортов придают внутренние привальные брусья, которые ставят на верхние концы шпангоутов и надежно скрепляют с ними. Если судно имеет палубу, те же привальные брусья служат опорами для бимсов палубного настила; у открытого судна борт заканчивается планширем. Установкой переборок и фундамента под двигатель заканчивается постройка собственно корпуса.

Корпус на гнутых шпангоутах получается прочным и легким, но для изготовления шпангоутов требуется качественная прямослойная древесина без сучков, достать которую в наши дни достаточно сложно.

§ 5. Другие способы постройки малых судов

Корпуса с диагональной обшивкой на продольном наборе. Этот метод, используемый в основном для постройки круглоскулых корпусов гребных шлюпок, яхт и многокорпусных судов, сейчас считается наиболее перспективным, так как позволяет создавать весьма легкие корпуса с практически монолитной обшивкой, напоминающей стеклопластиковую. Обшивка выклеивается в три слоя из полос тонкой водостойкой фанеры, укладываемых под углом к плоскости шпангоутов (рис. 85).

Сборка корпуса осуществляется в положении вверх килем на временных поперечных лекалах, обводы которых совпадают с теоретическими шпангоутами. Конструкция стапеля принципиально не отличается от показанной на рис. 77. После установки на него лекал ставят на место форштевень и транец со старинницей, затем крепят к штевню и транцу заранее склеенную заготовку киля.

Довольно часто расположенные продольные стрингера укрепляют на лекалах с помощью брусков и угольников-коротышей так, чтобы после выклейки обшивки лекала можно было легко вынуть из корпуса. К форштевню и транцу рейки набора крепят «намертво» — на врезке, клею и шурупах. Одновременно со стрингерами устанавливают и ватервейсы — крайние к борту палубные стрингера,

обычно выклеиваемые из нескольких реек вследствие значительной их кривизны. Прилегающие к обшивке кромки обшивки набора малкуют, как обычно.

Фанера для обшивки распускается на полосы шириной 120—150 мм; толщина заготовок зависит от размеров судов и для корпусов длиной до 8 м составляет примерно от 3 до 6 мм. Боковые кромки полос должны быть обработаны достаточно чисто для того, чтобы их можно было склеить между собой. Смазав участок кромок продольного набора, на него укладывают первый слой полос, располагая их под углом к килю. Запрессовка полос к набору осуществляется металлическими проволочными скобами из нержавеющей стали, которые глубоко забивают при помощи пневматического пистолета и оставляют в полосах (могут использоваться и обычные мелкие гвозди).

Затем, смазав клеем наружную поверхность первого слоя, укладывают второй слой полос в том же направлении, но смещая их относительно пазов первого на половину ширины полосы и запрессовывая таким же образом — скрепками, забиваемыми теперь уже через оба слоя в стрингера. Для лучшей запрессовки поверх этого слоя и по диагонали к полосам накладывают дополнительные полосы, которые после полимеризации клея удаляют. Перед тем, как наклеивать второй и третий слой, поверхность обшивки по пазам слегка зачищают рубанком.

При постановке третьего слоя спинки скрепок утапливают в древесину полос примерно на 1 мм для возможности последующей чистовой обработки поверхности обшивки. Чаще всего наружный слой полос ориентируют вдоль корпуса судна, чтобы диагональные пазы не обнаруживались под слоем краски и шпаклевки.

Вместо полос фанеры применяют и тонкие планки сплошной древесины, чаще всего из импортных лиственных пород. Иногда между слоями обшивки, склеенными из фанерных полос, укладывают тонкий слой продольных реек. Дополнительной защитой обшивки может служить и наружный слой стеклопластика.

Этот метод весьма дорогостоящий и трудоемкий, однако он оправдывает себя при постройке узких корпусов катamarанов и тримаранов с округлыми обводами.

Бесстапельная сборка фанерных корпусов. Применяется для постройки легких парусных швертботов, яхт, гребных и, реже, моторных лодок. Постройка начинается с раскроя и стыковки листов фанерной обшивки (рис. 86). Как правило, этот метод применим для судов, строящихся по типовым проектам, контуры листов наружной обшивки и технология сборки которых заранее тщательно отрабатываются на макетах и опытном образце лодки, прежде чем проект предлагается любителю.

Листы обшивки размечают и обрезают по кромкам сразу в чистый размер. Затем соединяют пару днищевых листов при помощи проволочных скрепок, как это было описано на стр. 107. К их кормовым кромкам таким же методом приши-

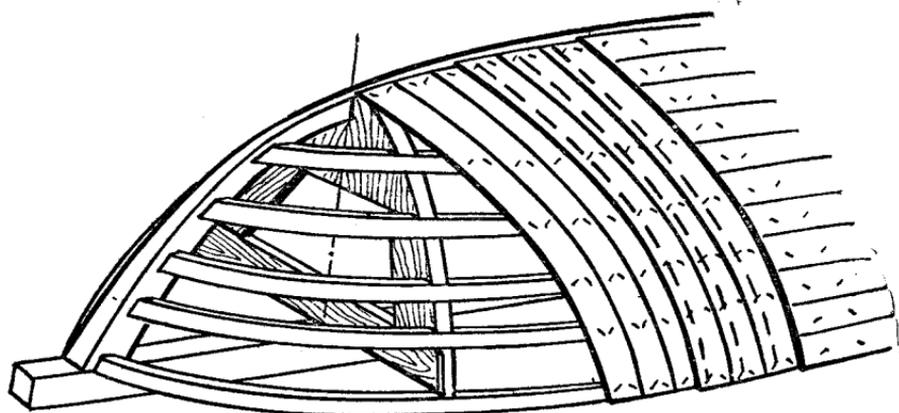


Рис. 85. Обшивка корпуса полосами фанеры.

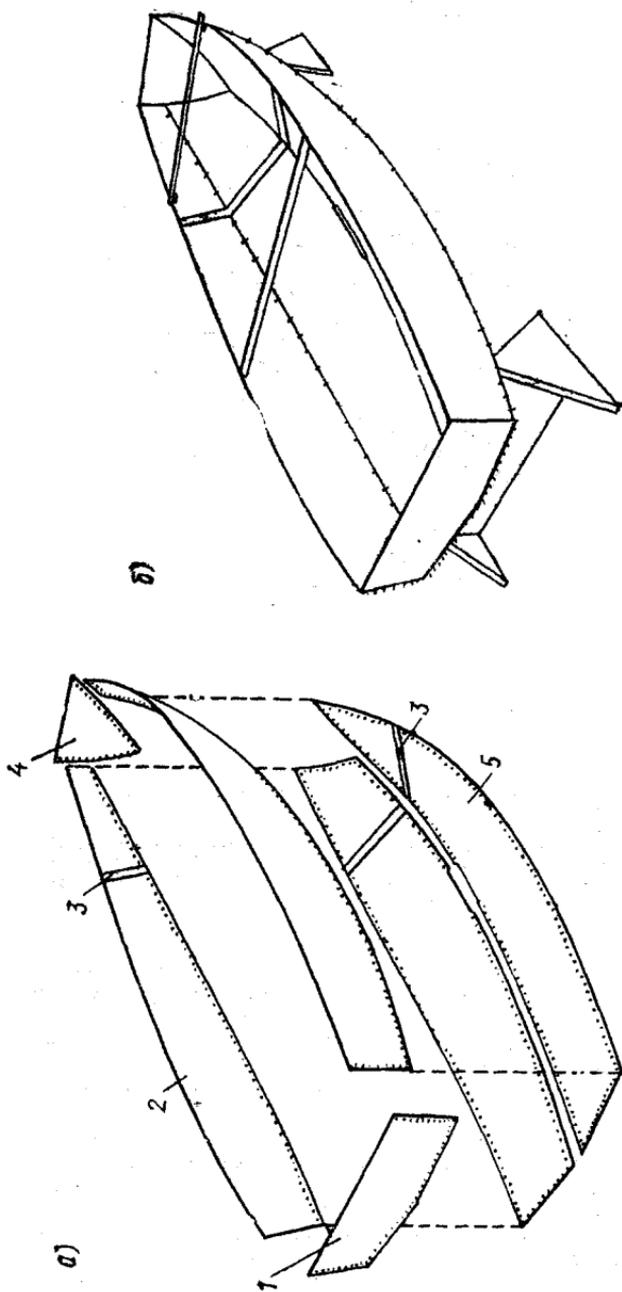


Рис. 86. Заготовки фанерной обшивки (а) для бесстальнойной сборки швертбота «Миррор Динги» и «сшитый» на проволочных скрепках корпус (б) с поперечными распорками.
 1 — транец; 2 — обшивка борта; 3 — стыковая планка; 4 — нос. транец — форштевень; 5 — обшивка днища.

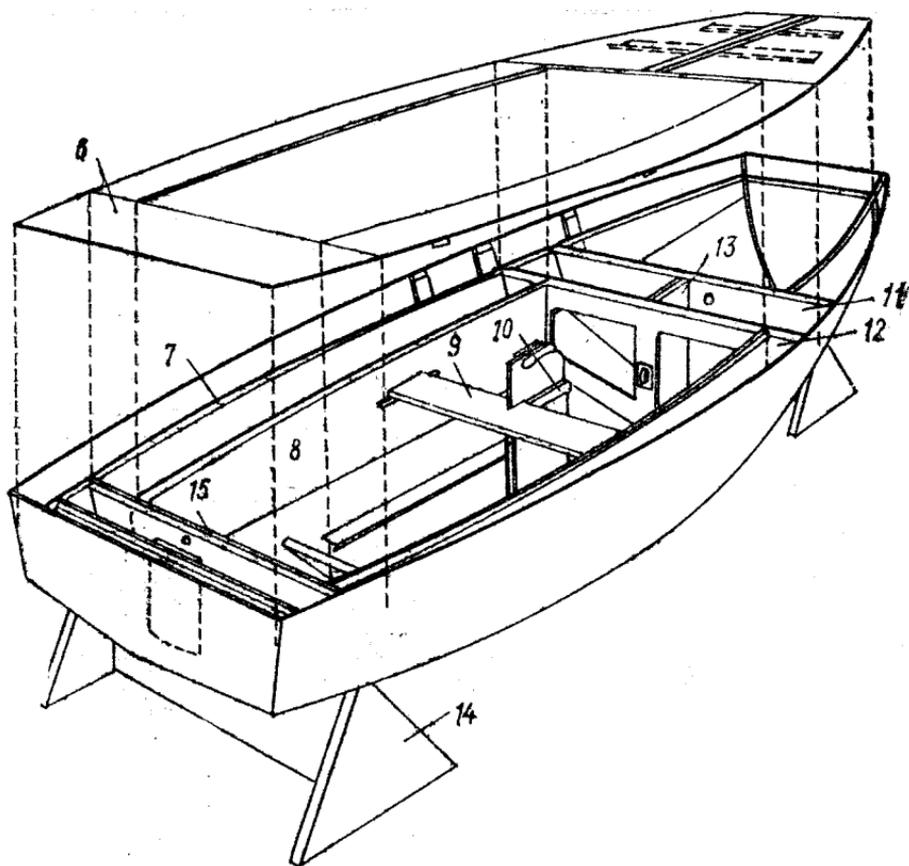


Рис. 87. Корпус «Миррор Динги» с установленным в нем набором (поз. 1—5 — см. рис. 86).

6 — фанерный настил сидений; 7 — рейка подлегарса; 8 — стенка воздушного отсека; 9 — банка; 10 — швертовый колодец со швертом; 11, 15 — поперечные водонепроницаемые переборки; 12 — переборка багажника; 13 — продольная переборка под степсом мачты; 14 — кильблок.

вают транец; в носу обводы корпуса оформляет носовой транец — форшпигель (или же листы соединяют на временных скрепках, которые впоследствии, при установке форштевня, удаляют). К скуловым кромкам днища пришивают борта, которые затем раздвигают до нужной ширины в определенных местах поперечными распорками. Число и длину этих распорок определяют на опытном образце таким образом, чтобы с учетом упругих свойств фанеры корпус приобрел бы заданные обводы.

Теперь можно обтянуть скрепки и оклеить все соединения кромок изнутри лентами стеклоткани на эпоксидном клее. После полимеризации клея в корпус вставляют поперечные переборки, продольные стенки рундуков или сидений, которые также приформовывают к наружной обшивке при помощи «мокрых угольников» из лент стеклоткани. При этом приформовку делают преимущественно с обеих сторон деталей с тем, чтобы получить достаточно надежное соединение. Для крепления палубы или настила сидений к бортам на клею и шурупах закрепляют рейки внутренних привальных брусев и подлегарсов (рис. 87).

Когда весь набор приформован, корпус приобретает окончательную жесткость; его снимают с кильблоков, переворачивают вверх килем, откусывают выступающие концы проволочных скрепок и оклеивают пазы снаружи несколькими

слоями стеклоленты. Окончательно весь корпус или его днище до скулы можно оклеить одним — двумя слоями стеклоткани.

Этот способ прост, экономичен, не требует изготовления стапеля и лекал, позволяет получить прочную и легкую конструкцию. Известны случаи, когда 7,5-метровые корпуса яхт строились таким методом, причем для сшивания листов использовалась рыболовная леска.

§ 6. Наружная обшивка

Обшивка рейками. Круглоскулые суда очень удобно обшивать вгладь узкими рейками с соотношением толщины к ширине 1 : 2. Для реек годятся сосновые или еловые доски, предпочтительнее обрезные, более удобные для распиловки на циркульной пиле. Доски выбираются на 2—3 мм толще обшивки, чтобы иметь припуск на обработку после сборки.

Лодку со сложными обводами длиной 3,5 м и шириной до 1,3 м можно обшивать сосновой рейкой сечением 10 × 16 мм; круглоскулый катер длиной 6 м и шириной 1,8 м может быть обшит рейками сечением 16 × 25 мм; остроскулый глиссирующий катер длиной 8 м и шириной 2,5 м с двигателем мощностью до 150 л. с. можно обшивать рейками сечением 20 × 30 мм. Сечение реек зависит также от расстояния между шпангоутами и от сложности обводов корпуса; шире 32 мм рейки не применяют, так как для их крепления друг к другу — нагелевки — потребуются слишком длинные гвозди, а забивать их без риска повредить ранее поставленную рейку довольно сложно (рис. 88).

Длина обводов шпангоутов на миделе и в оконечностях неодинакова: у форштевня и транца она уменьшается. Следовательно, и число реек, которое можно уложить по обводу, должно соответственно изменяться. Благодаря использованию склеивания по кромкам, часть реек несложно свести «на нет» сострагиванием их кромок по концам, но все равно, приступая к обшивке, необходимо заранее представить себе, каким образом ее можно будет закончить.

Один из способов — это установка первой рейки примерно посередине обвода на каждом шпангоуте. Для этого измеряют длину обводов шпангоутов от кромки палубы до киля и делают отметку на их серединах (несколько шпангоутов вблизи форштевня и транца в расчет не принимают). Затем берут одну из изготовленных реек обшивки и прикладывают ее по меткам к шпангоутам; в носу и корме рейка ляжет естественным образом, как продолжение средней линии обводов шпангоутов. После этого оценивают плавность изгиба этой рейки и последующих, которые будут укладываться выше и ниже ее; при необходимости корректируют ее положение. Следует учесть возможность установки шпунтового пояса обшивки у киля, изготовленного из широкой доски. Выкрыв этот пояс сильно сужающимся к оконечностям корпуса, можно уменьшить сгон ширины реек и число «потерянных» поясьев, которые должны будут оканчиваться, не достигнув форштевня или транца. В этом случае начинать обшивать корпус можно от киля к скуле, укладывая рейки по несколько штук попеременно с правого и левого бортов, чтобы избежать перекоса набора.

Выбрав окончательно положение первой рейки на наборе, ее устанавливают на место, предварительно смазав места контакта шпангоутов с нею клеем. Закрепив рейку в нескольких местах к шпангоутам при помощи струбцин, в ней просверливают — против каждого шпангоута — отверстия для крепежных шурупов или заклепок. Длина шурупов берется обычно около двух толщин рейки; отверстия под них приходится сверлить двумя сверлами да еще делать зенковку под потайную головку (см. рис. 53). Если нет специального ступенчатого сверла, то желательно вести работу двумя электродрелями со сверлами под нарезную и гладкую часть шурупа. Заворачивать шурупы лучше при помощи коловорота. Сверла желательно снабдить простыми ограничителями глубины сверления в виде насаженных на них пробок.

При скруглениях шпангоутов с малым радиусом рейки плотно одна к другой не лягут и между ними могут оказаться щели. В этом случае с кромки очередной устанавливаемой рейки снимают малку рубанком. Чтобы определить малку, не обязательно ставить очередную рейку полной длины; достаточно пройтись метровым отрезком по всей длине подгоняемой кромки,

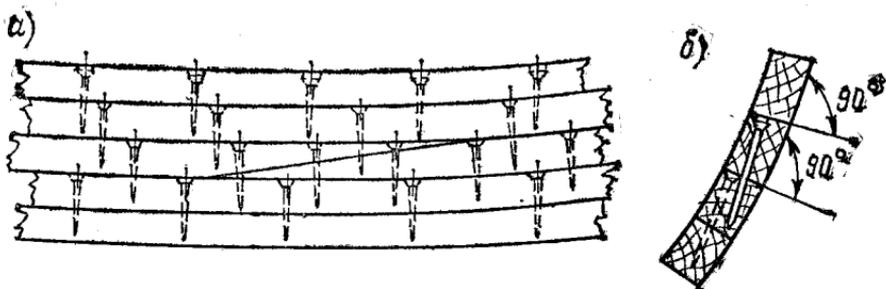
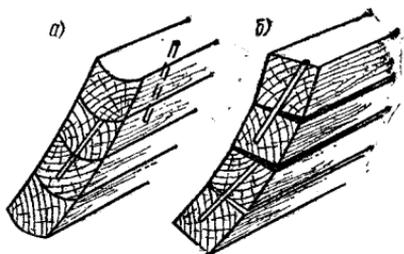


Рис. 88. Обшивка из реек: *а* — крепежные реек между собой; *б* — снятие малки с верхней кромки рейки.

Рис. 89. Варианты обшивки рейками без малковки кромок: *а* — «шведский» способ; *б* — с уплотнением пазов связующим с микросферами.



Существуют два способа обшивки рейками, при которых не требуется снимать малку. По одному из них, так называемому «шведскому», кромки реек фрезеруют по радиусу (рис. 89), так что при установке на корпус выпуклость очередной рейки плотно входит в вогнутость предыдущей. Второй способ применяется зарубежными судостроителями-любителями, имеющими возможность приобрести микросферы — полые сферические гранулы (керамического состава) диаметром менее миллиметра. Поставив две рейки, образовавшийся паз — разладку — между ними шпаклюют клеем с добавлением микросфер, которые являются легким наполнителем, обеспечивающим малую массу шпаклевки. В некоторых случаях микросферы можно заменить древесной мукой или опилками, но такая замена не равноценна (как в смысле повышенного расхода смолы, так и по прочности соединения).

Рейки крепят одну к другой клеем и тонкими гвоздями (или нагель-гвоздями) длиной не менее 1,5 ширины рейки. Каждую последующую рейку укладывают на смазанную клеем кромку предыдущей рейки и прививают к ней (по боковой кромке) двумя — тремя гвоздями на шпации. Гвозди набивают в рейку так, чтобы она не раскололась, а концы гвоздей не вышли бы сквозь обшивку наружу. С помощью пробойника с притупленным концом гвозди надо осадить — утопить их шляпки на глубину 2—3 мм; это дает возможность снимать малку при установке следующей рейки.

Высокое качество обшивки можно получить, склеивая рейки между собой водостойким клеем (ВИАМ Б-3, КБ-3) или эпоксидным компаундом. Годится и клей на основе полиэфирных смол ПН-3 и ПН-1. Если не удалось достать водостойкого клея, можно промазывать кромки реек густотертыми белилами или жидкой шпаклевкой на сурике. Во всех случаях надо использовать только оцинкованный крепеж (о крепеже из цветного металла говорить не приходится!).

Когда длина реек меньше длины корпуса, их стыкуют обычно «на ус» (заранее при заготовке, или с длинной заусовкой, равной 6—10 толщине рейки, — непосредственно на корпусе). Стыки разгоняют, располагая их по очереди в носу и в корме через одну или несколько целых реек (рис. 88, *а*).

При изготовлении реечной обшивки очень удобны специальные струбцины с двумя винтами или простейшие приспособления с клиньями, позволяющие прижимать каждую новую рейку к уже поставленной (рис. 90, 91).

Установив партию реек, следует на короткое время прервать работу, чтобы убрать с поверхности обшивки подтеки клея, которые выступили из пазов. За-

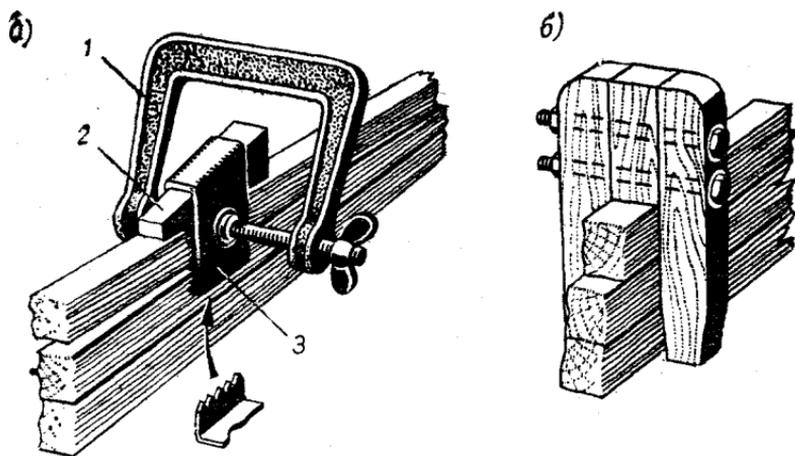


Рис. 90. Приспособления для сборки реечной обшивки: *а* — клиновой прижим к струбцине; *б* — цвинка.
 1 — струбцина; 2 — клин; 3 — обойма-захват.

твёрдевший клей будет удалить очень трудно; кроме того, о него быстро тупится режущий инструмент.

После высыхания клея реечную обшивку пристрагивают снаружи, располагая рубанок под углом к направлению реек.

Головки шурупов и заклепок, которыми рейки крепятся к шпангоутам, надо утапливать, а отверстия заделывать деревянными пробками на клею либо шпаклевать клеем, смешанным с древесной мукой.

Закончив обшивку подводной части корпуса от средней рейки до киля, приступают к обшивке бортов в направлении к ширстреку. Возможен и другой порядок обшивки, в зависимости от сложности обводов и способа постройки — вверх или вниз килем. При крутом изгибе скулы целесообразно, например, начинать обшивку от палубы до скулы, затем уложить рейки на днище от киля

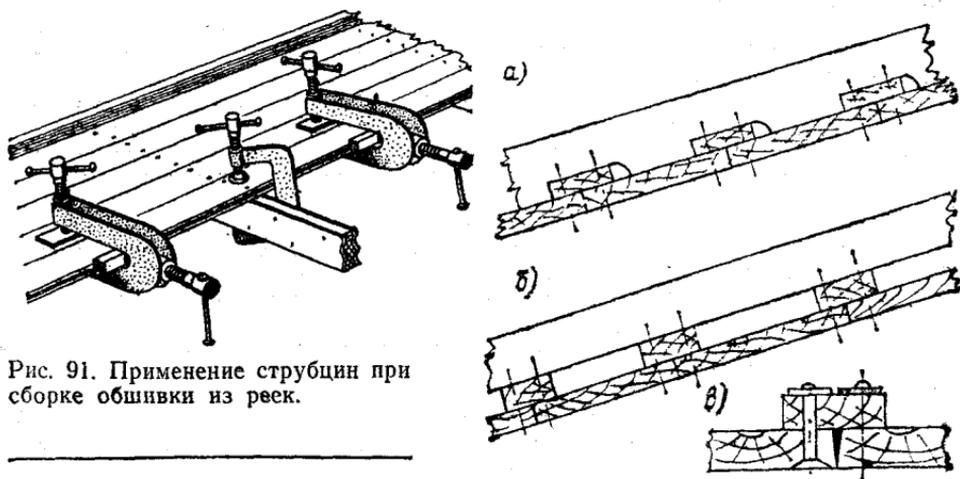


Рис. 91. Применение струбцин при сборке обшивки из реек.

Рис. 92. Обшивка на пазовых рейках: *а* — вариант с врезкой реек в шпангоуты; *б* — пазовые рейки не врезаются в шпангоуты; *в* — крепление пазовых реек к обшивке.

к скуле, закрепляя на последней скуловой рейке верхней части обшивки концы днищевых реек.

Обшивка на пазовых рейках. Этот вид обшивки (рис. 92) применяется в основном для остроскулых судов. Корпус получается прочным без частого поперечного набора, а поэтому и достаточно легким. Доски наружной обшивки (толщиной обычно 10—12 мм) изготовляют из сосны (для днища и подводной части борта лучше из ели), для крупных судов — из лиственницы, кедра, ясеня. Иногда комбинируют несколько сортов древесины, причем более прочную устанавливают на шпунтовом поясе, примыкающем к килю, а также на скуловом и ширстречном — верхнем бортовом — поясах.

Для герметизации пазов и связи поясьев между собой изнутри корпуса ставят пазовые рейки. Существует три разновидности этой конструкции. В первых, пазовые рейки можно устанавливать на шпангоуты, не врезая. Вычерчивать конструктивные шпангоуты для корпуса с такой обшивкой приходится с отступлением от теоретических линий на суммарную толщину обшивки и пазовой планки. Этот способ сравнительно прост, но имеет один существенный недостаток: доски обшивки при намокании могут покоробиться, так как они жестко не связаны со шпангоутами.

При втором способе пазовые планки врезают в шпангоуты, к которым теперь уже доски обшивки будут прилегать. Обшивать корпус начинают с бортов. Выстроганную с трех сторон первую (верхнюю) доску прикладывают и прижимают к шпангоутам струбцинами так, чтобы она нестроганной кромкой перекрывала концы всех шпангоутов. Со шпангоутов на доску переносят карандашом риски линии борта. Затем доску снимают, соединяют риски при помощи рейки плавной линией и по ней обрезают доску. Вновь прикладывая ее к шпангоутам, отмечают на них ее нижнюю кромку. Затем доску снова снимают, а на шпангоутах по обе стороны от пометок откладывают по половине ширины пазовой планки и делают для нее пазы. Заготовленную заранее планку закладывают в пазы и закрепляют шурупами. Доску обшивки плотно подгоняют к шпунту форштевня. До того как ее окончательно поставить на место, по ней очерчивают симметричную доску противоположного борта.

Доски обшивки крепят к пазовым рейкам заклепками или гвоздями взагиб. Диаметр крепежа 1,5—3 мм. Концы реек крепят к форштевню и к обвязке транца, в которых для них должны быть выдолблены гнезда, шурупами длиной не менее трех толщин обшивки.

При третьем способе планки ставят от шпангоута к шпангоуту после установки досок. Это наиболее простой способ, однако продольная прочность днища получается меньше, а на шпангоуте может возникнуть трудноустраняемая течь.

Пазовые планки при установке рекомендуется промазывать густой масляной краской. Необязательно все поясья дощатой обшивки доводить до форштевня, так как в носу они будут очень узкими, а пазовые рейки придется ставить слишком часто. Часть поясьев можно делать «потеряйными», заканчивая их на скуловом бруске.

Обшивка досками вгладь. Требуется очень тщательная подгонка досок по пазам (одна к другой) и к набору. Это тем более сложно, что для обшивки приходится применять доски с криволинейными кромками. Кроме того, при толщине досок менее 18 мм будет весьма сложно уплотнить пазы, так как конопатка в них держится плохо.

Ширина поясьев уменьшается по направлению к форштевню и транцу. Предварительную разметку ширины каждого пояса можно сделать по плазу или по лекалам, уже установленным на стапеле. Сначала по обводу мидель-шпангоута размещают поясья той ширины, которые имеются в наличии у строителя, затем делят на такое же число частей обвод транца и высоту форштевня. Полученные точки соединяют прямыми линиями с соответствующими точками на транце и форштевне. Пересечения этих линий со всеми промежуточными шпангоутами и показывают ширину каждого пояса на данном шпангоуте (рис. 93). Эти размеры при помощи гибкой рейки переносят на лекала каркаса, подготовленного к установке обшивки.

Поясья могут быть предварительно обстроганы по размерам, полученным разметкой на плазе и лекалах,

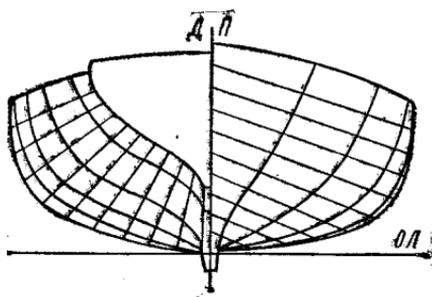


Рис. 93. Один из способов разметки ширины поясов обшивки из досок.

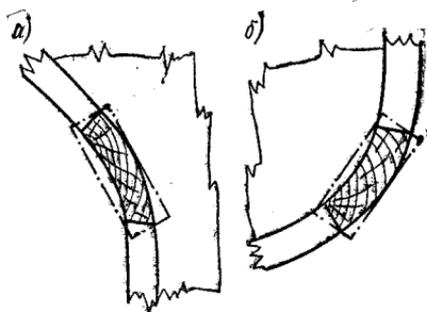


Рис. 94. Желобление поясов обшивки в местах крутых изгибов лекала: а — в месте перехода борта в киль; б — на скуле.

Обшивать корпус досками начинают с ближайшего к килю — шпунтового пояса, который делается несколько шире и толще остальных. Доску накладывают на лекала и причерчивают при помощи циркуля ее нижнюю кромку к шпунту в киле (см. рис. 270); на верхнюю часть доски переносят положение верхней кромки пояса соответственно его размеченной на лекалах ширине. Обрабатывая доску по обоим кромкам, ставят ее на место и крепят к килю намертво, а к лекалам — временно, через «мухи».

Затем приступают к подгонке следующего пояса, который накладывают на шпунтовый и причерчивают к его верхней кромке. Так, пояс за поясом, ставится вся обшивка. Чтобы корпус не перекосялся, работу ведут попеременно с обоих бортов. При большой местной кривизне обводов (например, на яхтах — у скулы или в районе перехода к килю) пояса приходится подгонять по очертаниям шпангоутов — выбирать желоб (рис. 94). Такие пояса делают из более толстых и узких досок.

Если доски короткие, их необходимо соединить склеиванием заранее «на ус» либо состыковать на накладке. Стык выполняется непосредственно на стапеле (рис. 95). Для того чтобы получить качественное соединение, конец наращиваемой доски накладывают на набор на свое штатное место, временно крепят струбцинами и опиливают обе доски за один проход. Затем пояс ставят на место окончательно; изнутри на стык ставят стыковую планку из доски несколько большей толщины, чем обшивка, длиной около 300 мм для возможности размещения двух — трех рядов заклепок, которыми пояс проклепывается с планкой. На корпусах с часто расположенными гнутыми шпангоутами накладка делается размером в шпацию. Если применяется клей и стык приходится на переборку, то его можно совместить с обвязкой переборки при условии, что ширина дерева под стыком будет не менее 4 толщин пояса.

Стыки соседних поясов необходимо разносить по длине на несколько шпаций, чтобы расстояние между ними было около 1,5 м.

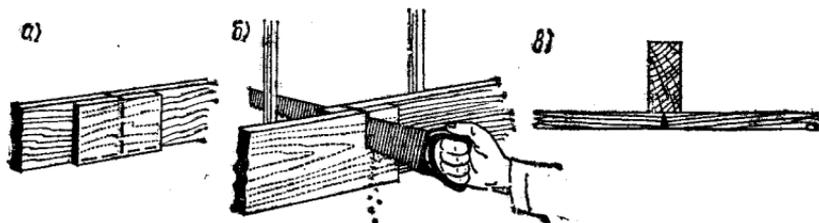


Рис. 95. Стыкование пояса: а — вид готового соединения; б — торцевание досок на стапеле; в — стык на обвязке переборки.

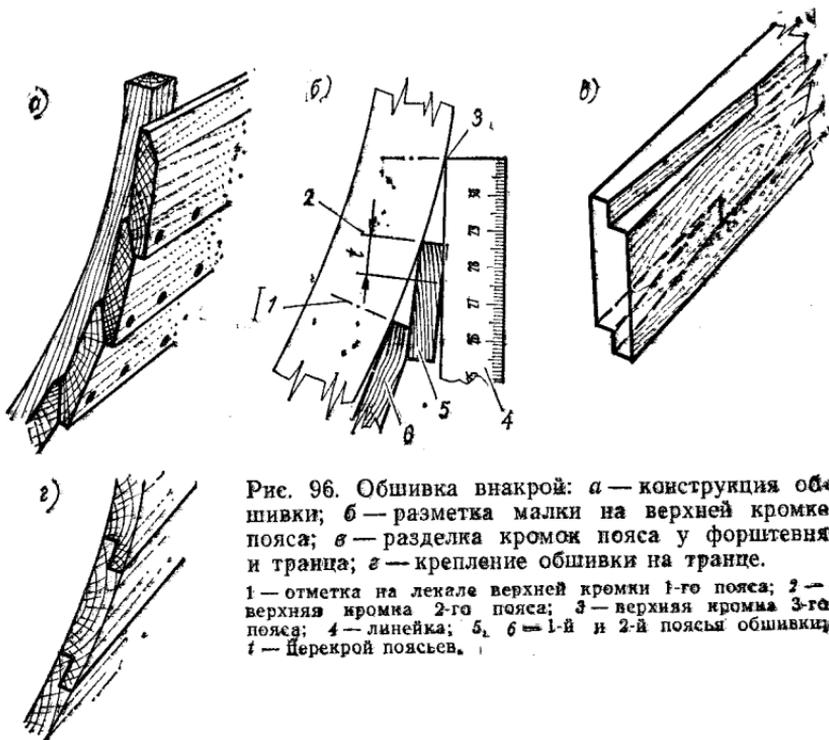


Рис. 96. Обшивка внакрой: а — конструкция обшивки; б — разметка малки на верхней кромке пояса; в — разделка кромок пояса у форштевня и транца; г — крепление обшивки на транце.

1 — отметка на лекале верхней кромки 1-го пояса; 2 — верхняя кромка 2-го пояса; 3 — верхняя кромка 3-го пояса; 4 — линейка; 5, 6 — 1-й и 2-й пояса обшивки; г — перекрой поясьев.

Обшивка внакрой или кромка на кромку. Применяется для тихходных судов (рис. 96). Так как кромки досок такой обшивки проклепываются между собой, это позволяет уменьшить толщину досок на 12—25 % или увеличить шпандю, по сравнению с обшивкой вгладь. Размер перекроя должен быть не менее 1,5—2 толщин обшивки. Кромки досок рекомендуется несколько скашивать для лучшего прилегания их друг к другу и увеличивать этот снос к форштевню так, чтобы поясья здесь вошли вгладь.

Обшивку крепят к шпангоутам на шурупах или на заклепках. Доски обшивки склепывают между собой по накрой медными или алюминиевыми заклепками диаметром 2—3 мм с использованием шайб с наружным диаметром 8—10 мм; шаг заклепок допускается до 100 мм. Способ заделки концов досок на форштевне и транце показан на рис. 96, в, г. Иногда для герметизации между досками в перекрое прокладывают тонкий картон или ленту стеклоткани, пропитанную эпоксидным клеем.

Двойная диагональная или продольно-диагональная обшивка. Этот вариант позволяет применять короткомерный материал (рис. 97). Доски обшивки, обычно толщиной 6—10 мм и шириной 80—120 мм, обрезают по кромкам в чистый размер, кладут сначала под 45° к ДП и прикрепляют к килю, скуловому брусу, форштевню и транцу гвоздями. Шляпки гвоздей утапливают в древесину, выступающие торцы по скуле обрезают, затем обшивку протрагивают, **подготавливая к постановке второго слоя.** Линии пазов нужно **отметить на киле и скуловом брусе: это необходимо для последующей клепки.**

Затем на всю поверхность наносят масляную краску и покрывают ее тонкой парусиной или миткалем. Пропитывая с помощью торцовой кисти парусину краской, закрывают ее верхним слоем диагональной обшивки, располагая доски под углом 90° к первому слою или вдоль судна. Доски прикрепляют к килю, форштевню, шпангоутам и к скуловому брусу шурупами. Переносят на верхний слой положение пазов нижнего слоя и сверлят отверстия для заклепок, скрепляющих оба слоя обшивки. Обычно ставят по пять заклепок в каждое пересечение поясьев. Головки заклепок (гвоздей) утапливают в древесину; концы рас-

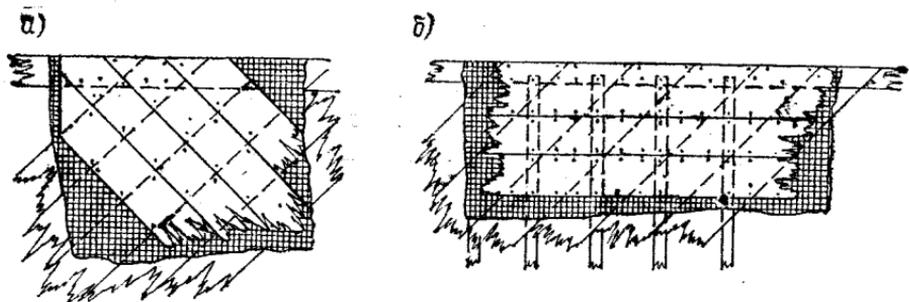


Рис. 97. Двойная диагональная (а) и продольно-диагональная (б) обшивки.

клепывают изнутри корпуса на шайбах. Если оба слоя склеивать между собой, можно обойтись и меньшим числом заклепок.

Фанерная обшивка. Это — основной способ, применяемый любителями для обшивки остроскулых судов по заранее выставленному на стапеле набору.

Обшивают сначала борта, предварительно сняв с набора шаблоны из толстого картона или из некачественной фанеры. Вырезанный по шаблону лист обшивки сначала закрепляют на мидель-шпангоуте, затем подтягивают к набору струбцинами и крепят шурупами в нос и в корму к скуловому стрингеру и привальному брусу. Перед этим детали набора предварительно смазывают водостойким клеем. Когда клей высохнет, с выступающих кромок фанеры снимают малку и приступают к обшивке днища. Листы днища вырезают с припуском по скуловому брусу с тем, чтобы потом снять его рубанком.

Если длина листов фанеры недостаточна, чтобы закрыть корпус по всей длине, ее куски соединяют способом «на ус» (см. стр. 100) или же на внутренней стыковой планке шириной 100—120 мм (при толщине фанеры до 8 мм). Желательно, чтобы усовое соединение пришлось на переборку или шпангоут с тем, чтобы разгрузить клеевой шов от усилий, отрывающих при изгибе обшивки наружный лист.

Перед подгонкой фанерной обшивки на киле снимают малку с учетом установки фальшкиля. Кромки обшивки могут стыковаться на киле (рис. 98, а) или доходить только до фальшкиля (рис. 98, б), который в этом случае прикрепляется к килю заранее.

Листы днищевой и бортовой обшивки стыкуются на скуловом стрингере. В зависимости от развала бортов и квалификации строителя можно выбрать тот или иной способ этого соединения. Наиболее трудоемкий, но наиболее прочный и надежный способ — с обработкой скулового стрингера под шпунт с обеих сторон. Хорошую защиту торцов фанеры обеспечивает и узенькая рейка, которая ставится в паз, вырезанный в стрингере, или накладывается сверху на кромки обшивки (см. рис. 104).

В некоторых случаях (при изогнуто-килеватых обводах корпуса; при вогнутых бортах в носу с большим развалом) обшить корпус целиком фанерой не

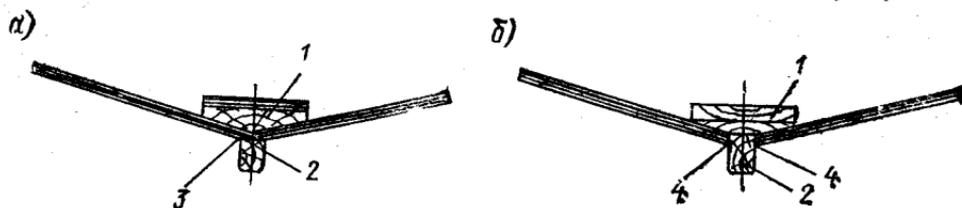


Рис. 98. Заделка фанерной обшивки на киле: а — с фальшкилем, накладываемым на кромки обшивки; б — с фальшкилем, приклеенным к килю.

1 — киль; 2 — фальшкиль; 3 — горизонтальный участок, образуемый сострагиванием листов обшивки; 4 — кромки листов обшивки, сострагиваемые до плотного прилегания к фальш-

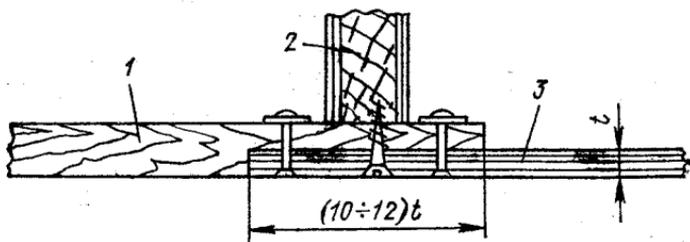


Рис. 99. Стык комбинированной обшивки.

1 — обшивка из досок; 2 — шпангоут; 3 — фанера.

удается. Можно сделать комбинированную обшивку: на кормовой половине корпуса — из фанеры, в носу — из досок или реек. Стыковать лучше на шпангоуте, вырезав в дощатой обшивке шпунт под фанеру. Ширина шпунта — 10—12 толщин фанеры (рис. 99). Другой вариант, примененный в проекте мотолодки «Лещ» (см. стр. 310) — это обшивка таких мест диагональным способом узкими полосами из фанеры.

В наиболее уязвимых местах корпуса (киль, скула, привальный брус) необходимо защитить кромки фанеры буртиками, накладками, фальшкилем. Защитные рейки устанавливают на клею или на прокладках из миткаля, пропитанных густотертой масляной краской. Закрепляют их минимальным числом шурупов.

Если используется декоративная фанера, ее надо укладывать окрашенным слоем внутрь судна, так как под воздействием воды и солнца он быстро теряет водостойкие свойства, а лак, смола и другие защитные покрытия на него не ложатся.

Изготавливая корпус из бакелизированной фанеры, надо защитить торцы листов от влаги, пропитав их несколько раз лаком бс, эпоксидной или полиэфирной смолой. Стыки листов фанеры (по килю, скулам) желательно, кроме того, оклеить стеклотканью на смоле или лаке. Хлопчатобумажные материалы (бязь, марля) для этой цели не годятся, так как они рвутся от изменения влажности фанеры. Чтобы улучшить адгезию смолы и красок к бакелизированной фанере, необходимо удалить с ее поверхности слой лака. Лучше это делать, нагревая поверхность паяльной лампой и снимая размягченный лак скребками. Хорошо для этой цели использовать также дрель с гибким абразивным кругом.

§ 7. Конструктивные детали деревянного корпуса

Киль. Для изготовления киля предпочтительно использовать древесину твердых пород: дуб, ясень, лиственницу. Он может быть сделан из толстого прямо-слойного бруса, в котором делается шпунт — выборка для крепления приклевого (шпунтового) пояса наружной обшивки. Ширина шпунта принимается равной 2—2,5 толщинам днищевой обшивки.

Не исключено изготовление киля из сосны; в этом случае его целесообразно склеить из нескольких досок по толщине. Ширину нижних досок желательно взять уже верхних — с расчетом на выборку шпунта. При облегченной конструкции лодки на верхнюю пластъ киля можно наклеить полосу из водостойкой фанеры. Такой киль получается прочным и не получает трещин при самых тяжелых ударах корпуса о волну.

Часто килевую балку делают состоящей из двух частей — широкой внутренней (резенкиль) и узкой, выступающей над обшивкой днища (фальшкиль или собственно киль). Такие составные кили (рис. 100) проще в изготовлении; для них проще подобрать качественный пиломатериал, чем брус для киля со шпунтом. Толщина резенкиля должна быть в 1,5—2 раза больше толщины обшивки днища, если она выполнена из досок.

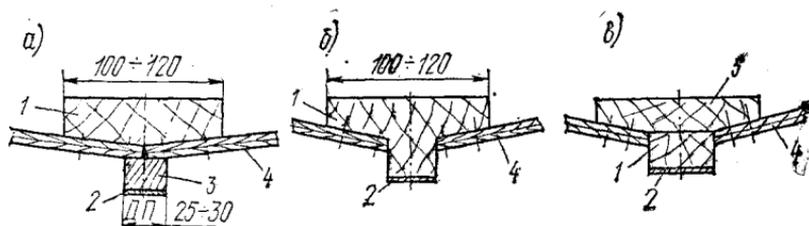


Рис. 100. Конструкция киля: а — внутренний киль; б — сплошной киль; в — составной киль.

1 — киль; 2 — металлическая полоса; 3 — фальшкиль; 4 — обшивка днища; 5 — резикиль.

На стапель устанавливается киль с предварительно выбранным шпунтом; окончательная малка с него снимается при подгонке к набору днищевой обшивки.

Форштевень. На простых лодках-прямоштевниках (например, на скифе) он может быть сделан из бруса трапециевидного сечения. После крепления обшивки ее выступающие вперед концы отпиливают, а торцы закрывают накладкой-водорезом (рис. 101, б). Развитием такой конструкции является форштевень с округлой, расширяющейся к палубе накладкой. В этих конструкциях форштевень соединяется с килем посредством кнопа (рис. 102, а и б).

При значительной кривизне обвода форштевня он может быть сделан составным из двух частей (см., например, рис. 325), ламинированной конструкции или вырезан из листа толстой водонепроницаемой фанеры. Для изготовления составных форштевней предпочтительны дубовые доски и брусья, так как они лучше держат шурупы и не растрескиваются при их заворачивании. Размеры соединяемых деталей подбирают так, чтобы не было большого перетеса (перерезания) волокон под углом, а замки соединений имели достаточную длину — для трех-четырех болтов. Все замки и детали предварительно размечают на плазе на проекции «бок», а затем переносят на заготовки.

От точности подгонки сопрягаемых частей зависит не только прочность форштевня, но и его водонепроницаемость. Если детали не склеивают, то в замках прокладывают тонкий материал (миткаль), пропитанный суриком или густо-тертыми белилами, а также ставят специальные клиновые пробки-стопватеры, или коксы (когда части уже собраны на болтах). Пробки-стопватеры не дают пробиваться воде по стыку и, кроме того, создают хороший натяг всему соединению (см. рис. 102, а).

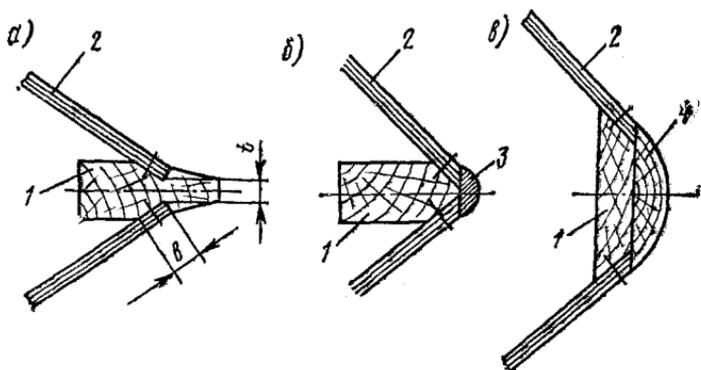


Рис. 101. Конструкция форштевня: а — со шпунтом; б — с металлической накладкой-водорезом; в — с «фальшивым» носом:

1 — форштевень со шпунтом; 2 — обшивка; 3 — металлическая накладка-водорез; 4 — «фальшивый» нос.

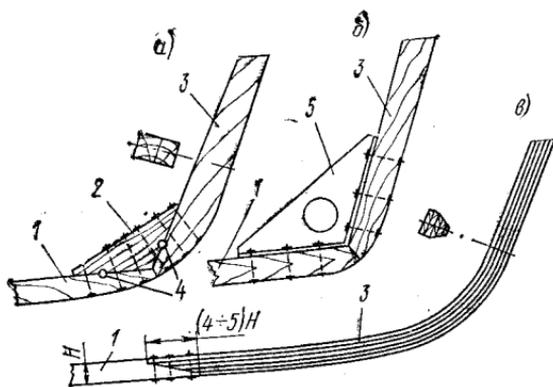


Рис. 102. Форштевни: а — с деревянным кнопом; б — с металлическим кнопом; в — гнуто-клееный.

1 — киль; 2 — деревянная кница; 3 — форштевень; 4 — пробка-стойватер; 5 — металлическая кница.

Замки в составном форштевне делают так, чтобы торец киля был закрыт форштевнем или зубом кнопа. Соединение желательно выполнять на клею. Болты располагают с внешней стороны в диаметральной плоскости, а на выходе — внутри корпуса в шахматном порядке. Для этого производится наклонная сверловка отверстий длинными спиральными сверлами (перки и буравы для этой цели не пригодны, так как они уведут отверстия в сторону). Снаружи головки болтов на форштевне и киле должны быть глубоко утоплены, а отверстия заделаны деревянными пробками. Для небольших моторных лодок болты можно заменить шурупами подходящей длины.

Ламинированный форштевень склеивается из реек толщиной 4—8 мм, насколько позволяет минимальный радиус изгиба (см. табл. 13). Ширину реек нужно брать с запасом 4—5 мм на последующую обработку — при запрессовке пакета трудно добиться, чтобы одна — две рейки по ширине не выступали из пакета. В склеенном штевне выбирается шпунт или его грани сострагивают до плотного прилегания обшивки.

С килем гнутоклееный форштевень соединяется также на клею посредством усового соединения. Длина заусовки выбирается равной примерно четырем —

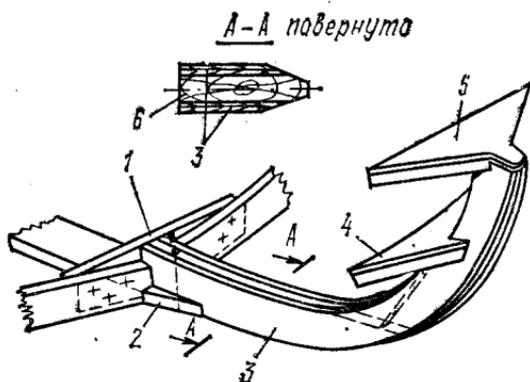


Рис. 103. Форштевень с фанерными щеками.

1 — флор I-го шпангоута; 2 — киль; 3 — накладки (щеки) из фанеры; 4, 5 — брештуки; 6 — заполнитель штевня.

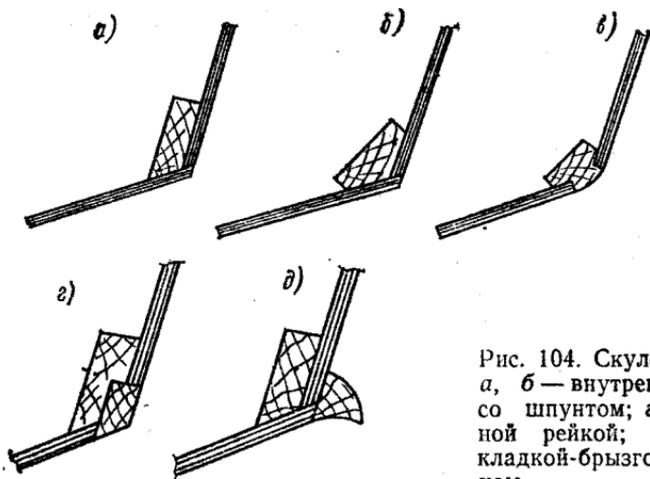


Рис. 104. Скуловой брус:
 а, б — внутренний; в —
 со шпунтом; г — с врез-
 ной рейкой; д — с на-
 кладкой-брызгоотбойни-
 ком.

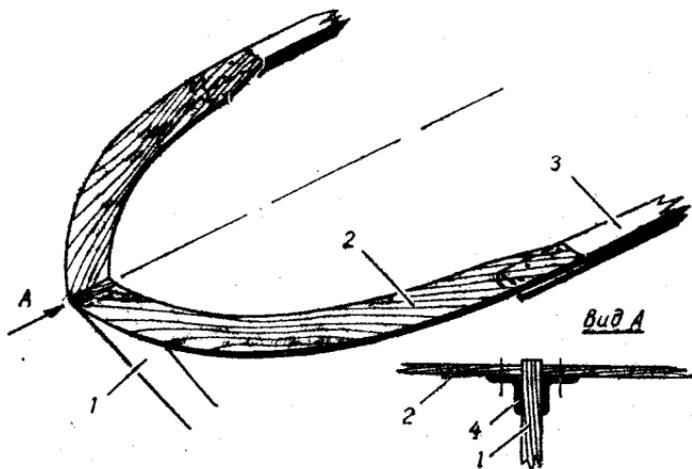


Рис. 105. Носовая часть привального бруса из фанеры.
 1 — форштевень; 2 — фанерная часть бруса; 3 — брус из рейки; 4 —
 металлический угольник.

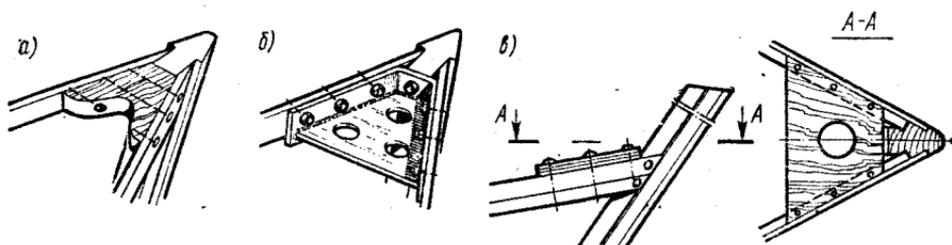


Рис. 106. Брежтуки: а — деревянный; б — сварной металлический; в — фанерный
 (на скуловых стрингерах).

пяти толщинами килля, а стык рекомендуется делать под флором шпангоута. Скос усовом соединении располагается по ходу судна в корму срезом вниз. На больших лодках форштевень и киль можно выкленить заодно.

Способ разметки шпунта в форштевне на плазе рассмотрен выше (см. рис. 68).

При разметке поперечных сечений форштевня должны соблюдаться следующие основные условия:

а) для надежного закрепления обшивки ширина шпунта (см. рис. 101, а) должна быть не менее трех толщин обшивки, если она сделана из досок, и не менее пяти толщин — при фанерной обшивке;

б) толщина перемычки t должна быть более 2,5 толщин дощатой или шести толщин фанерной обшивки.

Шпунт в форштевне обычно заранее в чистый размер не выбирается. Угол между гранями форштевня, к которым крепится обшивка, делается более тупым, с таким расчетом, чтобы его можно было точно подогнать при стапельной сборке корпуса.

Форштевень может быть выпилен и склеен из двух слоев толстой водостойкой фанеры (рис. 103). Между слоями фанеры можно вклеить доску. В этом случае форштевень нарезается на киль и скрепляется с ним болтами. Соединение усильвается узлом крепления шпангоута.

Скуловые брусья (стрингера). На остроскулых катерах их можно заготовить из реек, предусматривая расположение в корпусе по одному из показанных на рис. 104 способов. Конструкция «а» проще в заготовке и подгонке к набору, но при значительном изгибе скулы в двух направлениях брус оказывается трудно подтянуть к шпангоутам. В этих случаях стрингер лучше выкленить из двух реек (на стапеле по выставленным шпангоутам) либо сделать в его носовой части, где изгиб особенно велик, продольный пропил, который после изгиба на стапеле и крепления к шпангоутам необходимо смазать клеем и запрессовать при помощи струбцин. В конструкции «б» рейку стрингера легче изогнуть в вертикальной плоскости, для крепления обшивки днища и борта имеются грани одинаковой ширины, но врезать стрингер в шпангоуты труднее.

Стрингера со шпунтом (рис. 104, в) в любительском судостроении применяют редко из-за трудоемкости выборки шпунта. Защитить кромки фанеры можно путем вклейки дубовой рейки или наружной накладкой-брызгоотбойника (рис. 104, г и д).

Привальный брус. При очертаниях палубы в носу, близких к окружности или к овалу, внутренний привальный брус приходится выклеивать из нескольких тонких реек или вырезать из толстой фанеры (рис. 105). С прямолинейной частью бруса фанера крепится на клею, к форштевню — на металлических угольниках или брусочках.

Привальные брусья из реек крепят к форштевню посредством деревянных или металлических брештуков с использованием болтов, заклепок или шурупов (рис. 106). При фанерной обшивке привальные брусья, бортовые и скуловые стрингера врезаются в шпангоуты, обеспечивают жесткость верхней кромки борта и крепление к нему настила палубы. При обшивке из досок и гнутых шпангоутах привальные брусья (так же как бортовые и днищевые стрингера) укладывают поверх шпангоутов и ниже верхней кромки бимсов с тем, чтобы бимсы опирались на них без врезки. В этом случае концы привальных брусьев соединяют с трапцем при помощи книц (см. рис. 108).

Днищевые и бортовые стрингера. Служат для уменьшения размеров неподкрепленных панелей тонкой фанерной обшивки, а на судах с гнутыми шпангоутами являются для них промежуточными опорами. Во всех случаях стрингера изготавливают из древесины сосны или ели, иногда — ламинированной конструкцией, и крепят их к шпангоутам на шурупах или сквозных заклепках. В носу стрингера врезаются в форштевень, в корме — в обвязку трапца; брештуки и кницы на них обычно не ставят.

Иногда могут возникнуть затруднения с изгибом стрингеров в носовой части. В этом случае места реек, подвергающиеся наибольшему изгибу, следует распарить. Иногда можно ограничиться поливом рейки, обмотанной тряпкой, кипятком из чайника в течение 10—15 мин. Для более основательного распаривания концы реек на нужную длину помещают в стальную трубу с пробкой на

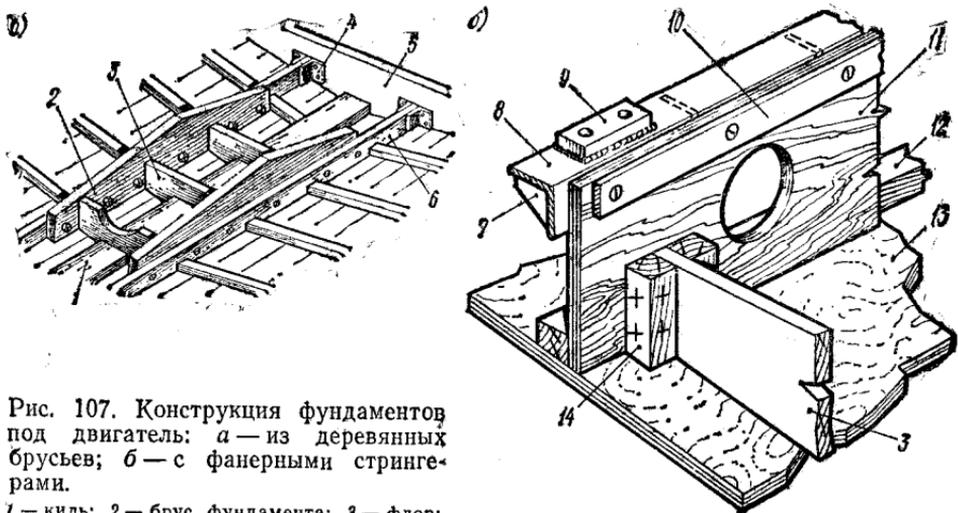


Рис. 107. Конструкция фундаментов под двигатель: а — из деревянных брусев; б — с фанерными стрингерами.

1 — киль; 2 — брус фундамента; 3 — флор; 4 — угольник-коротыш; 5 — переборка; 6 — днищевой стрингер; 7 — стальная кница; 8 — сталь- ной угольник; 9 — пластик; 10 — стальная полоса; 11 — стенка стрингера; фанера; 12 — рейка; 13 — обшивка днища; 14 — брусок крепления стрингера к флору.

одном конце, наливают в нее немного воды и, уплотнив тряпками зазор у второго торца трубы между рейками и металлом, греют ее на костре или паяльной лампой.

Фундамент под двигатель. Фундаменты должны быть достаточно жесткими, чтобы при эксплуатации катера не происходило нарушения центровки линии вала; они должны передавать и распределять на набор корпуса массу двигателя, упор гребного винта и неуравновешенные силы, которые тем больше, чем тихходнее двигатель. Чаще всего фундаментные брусья крепят к длинным днищевым стрингерам, связанным с большим числом шпангоутов и распределяющим упомянутые нагрузки на половину или даже большую часть длины судна (рис. 107, а). Брусья, на которые устанавливается двигатель, желателно делать из дуба толщиной 30 мм при мощности двигателя 10—15 л. с. и больше 50 мм при более высоких мощностях. Их надежно скрепляют с днищевыми стрингерами сквозными болтами. Лапы двигателя ставят на металлические угольники либо сварные башмаки с опорными плитами, которые крепятся к фундаментным брусьям. Днищевые стрингера необходимо хорошо закрепить к поперечным переборкам или усиленным флорам для того, чтобы снять вибрацию и нагрузку с днища катера и исключить появление водотечности по пазам днищевой обшивки при работе двигателя. В этих соединениях используют металлические угольники-коротыши и сквозные болты или же деревянные стойки достаточно большого сечения. Важно, чтобы конструкция фундамента не затрудняла обслуживание двигателя, в частности, такие операции, как чистка масляного фильтра, спуск масла из картера или редуктора.

На корпусах с фанерной обшивкой фундаментные стрингера делают в виде высоких балок из бакелизированной фанеры со стальным угольником на верхней кромке (или деревянным брусом), к которому крепится двигатель (рис. 107, б). Стенки стрингеров нарезают на шпангоуты и соединяют на угольниках и болтах с транцем, переборкой и усиленными флорами.

Транец. На лодках с фанерной обшивкой транец изготавливается из фанеры в полтора — два раза большей толщины, чем обшивка. Верхняя кромка усиливается широкой толстой доской, скрепленной с бортами или, по крайней мере, с продольными стенками подмоторной ниши. При отсутствии толстой фанеры транец можно выполнить из двух более тонких листов с набором, расположенным между ними.

Размечая транец, необходимо учесть, что он устанавливается наклонно, поэтому все размеры по высоте нужно снимать с проекции «бок» теоретического

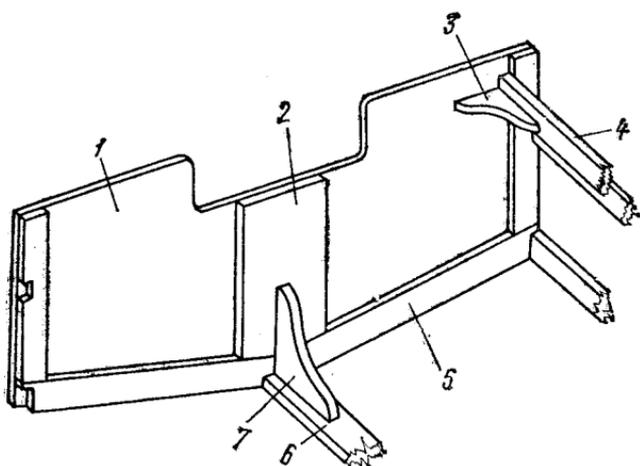


Рис. 108. Транец лодки с подвесным мотором.

1 — транец; 2 — подкрепление под мотор; 3 — горизонтальная кница; 4 — привальный брус; 5 — обвязка транца; 6 — киль; 7 — вертикальная кница.

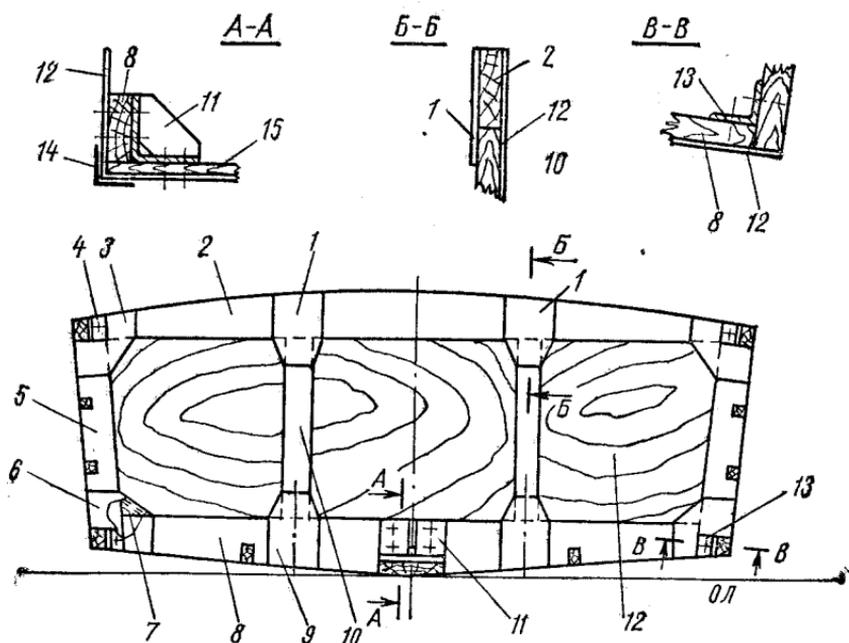


Рис. 109. Транец катера со стационарным двигателем.

1, 3, 6 и 9 — кницы из фанеры; 2 — бимс; 4, 13 — угольник-коротыш; 5 — топ-тимберс обвязки транца; 7 — наполнитель; 8 — флортимберс; 10 — стойка; 11 — сварная металлическая старикница; 12 — транец; 14 — защитная полоса из латуни; 15 — киль.

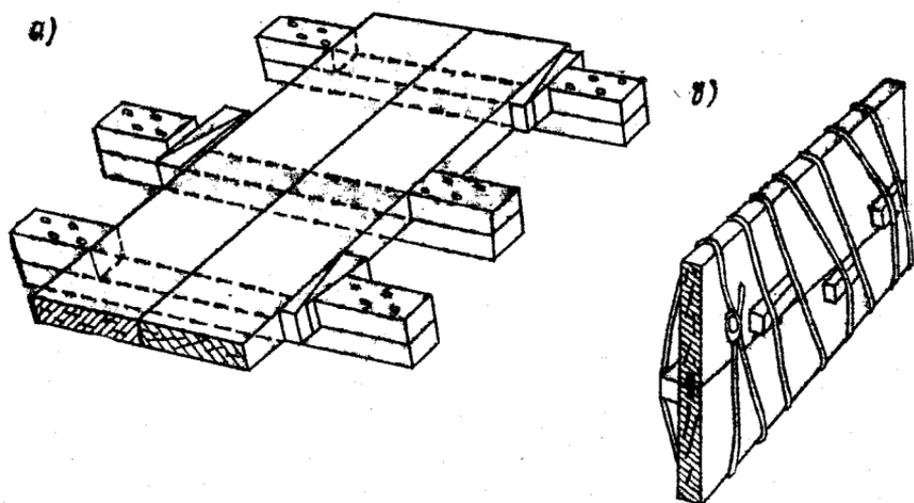


Рис. 110. Склейвание щита из досок: а — запрессовка при помощи клиньев в приспособлении; б — при помощи шнура и клиньев.

Т а б л и ц а 17. Размеры сечений элементов набора моторных судов с деревянными корпусами

Элементы набора	Размеры сечений элементов набора, мм		
	при длине судна, м		
	3-5	5-7	7-10
Киль	20×60—30×100	40×100—50×100	50×100—60×140
Скуловой стрингер	20×20—30×40	40×40—50×50	50×50—60×60
Бортовые и днищевые стрингера	15×20—20×40	18×50—20×60	20×60—40×70
Привальный брус	15×20—20×40	18×50—20×70	20×70—40×70
Планширь	8—10	12	14
Флортимберсы	16×16—20×70	18×60—22×80	22×70—25×80
Топтимберсы	16×50—18×70	18×60—22×70	22×70—25×80
Бимсы	16×40—18×60	18×50—20×70	20×60—22×80
Обшивка борта:			
доски на пазовых рейках	7—10	10—12	11—14
фанера	3—4	5—8	8—10
Обшивка днища:			
доски на пазовых рейках	8—10	12—14	13—16
фанера	4—6	6—8	8—12
Расстояние между шпангоутами (шпация)	300—500	400—500	400—600

Примечание. Для планширя и обшивки приведена толщина, которую надо увеличить на 2—3 мм на обработку.

чертежа (см. рис. 69). Вырезы для киля, привальных брусьев и стрингеров делают только в рейках обвязки транца, обшивка же его должна закрывать торцы всех деталей продольного набора. Обвязка транца делается из таких же реек, что и основные шпангоуты.

С килем и другим набором транец надежно соединяется деревянными, фанерными или металлическими кницами (рис. 108, 109).

Если транец набирается из досок, то желательно по соединяемым кромкам поставить внутренние шпонки и собрать щит на клею. Простейшие способы запрессовки досок при их склеивании по кромкам показаны на рис. 110. Их можно использовать и в других случаях, когда требуется получить щит, например, для изготовления обтекаемых швертов и рулей. В крайнем случае, можно соединить доски транца на пазовых рейках, иначе довольно трудно обеспечить его водонепроницаемость в условиях переменной влажности.

Поперечные переборки. Легкие по конструкции переборки делают с полотнищем из фанеры. Поскольку они расположены внутри корпуса и не подвержены непосредственному воздействию воды, можно применить обычную строительную фанеру, но при условии хорошей защиты ее (особенно кромок) олифой, лаками или краской. Помимо обвязки по контуру, полотнище переборки подкрепляют вертикальными стойками или горизонтальными ребрами. В ряде случаев целесообразно конструкцию переборки сделать из двух слоев тонкой фанеры с набором из реек, заключенным между ними. Такие переборки не имеют снаружи набора и применяются для отделения кокпита от каюты или обитаемых внутренних помещений. Если пустоты двухслойной переборки заполнить пенопластом, то это не только будет резервом плавучести, но и улучшит звуковую изоляцию.

В табл. 17 приведены ориентировочные сечения деталей набора и толщина наружной обшивки для моторных лодок и катеров длиной от 3 до 10 м.

§ 8. Монтаж палубы и рубок

Если корпус строился в положении вверх килем, то после кантовки его необходимо установить на кильблоках на ровном киле, выверив по шланговому уровню горизонтальность основной плоскости судна. Лучше всего это сделать, закрепив поблизости от корпуса вертикальную рейку, нанеся на ней положение какой-либо ватерлинии (или шерген-линии), относительно которой можно проверить высоту определенных точек на правом и левом борту, в носу и корме. Для удобства выполнения работ следует протянуть с носа в корму на уровне палубы струну, обозначающую ДП, а заодно проверить и симметричность корпуса относительно нее по верхним кромкам борта. Иногда погрешности можно исправить и на этой стадии постройки, особенно у корпусов с гнутыми шпангоутами.

Часть палубного набора в виде бимсов и переборок обычно включается в состав шпангоутных рам. Остается установить промежуточные бимсы и полубимсы. Их выпиливают на ленточной пиле из досок соответствующей толщины или — при значительной кривизне обвода палубы — склеивают из пакета реек. Полезно сделать шаблон погиби бимса для самого широкого места палубы и по нему размечать контуры остальных бимсов. Одновременно на привальных брусках помечают положение концов бимсов и полубимсов в соответствии с конструктивным чертежом.

Если концы бимсов врезаются в привальные брусья, необходимо точно определить длину каждого бимса. Лучше всего сделать их сначала с небольшим припуском. Затем, вбив ограничительные гвоздики в местах крепления кофцов бимсов в верхнюю кромку привального бруса, вплотную к ним укладывают бимс выпуклостью вниз и делают отметки на его верхней кромке точно по внутренней стороне наружной обшивки. Затем переворачивают бимс в его нормальное положение и, совместив риску ДП со струной, очерчивают бимс по внутренней стороне привального бруса. Далее соединяют обе отметки прямой линией, врезают концы бимсов в привальные брусья (рис. 111) и крепят при помощи клея и шурупов.

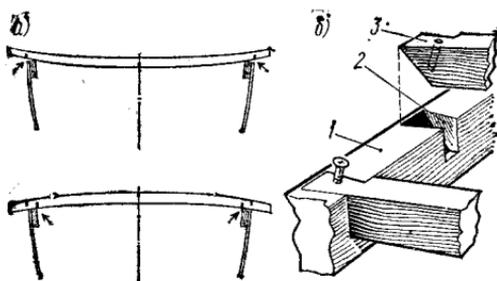


Рис. 111. Разметка бимсов (а) и их врезка в привальный брус или карленгс (б).

1 — привальный брус; 2 — гнездо для бимса; 3 — бимс.

На каютном катере или на яхте до установки палубы рекомендуется смонтировать наиболее громоздкое оборудование: койки, шкафы и пр., так как позже эту работу выполнять будет неудобно.

Чаще всего палубу настилают фанерой. Она получается легче дощатой, лучше обеспечивает водонепроницаемость, да и сделать ее проще. Листы настила склеивают заранее усовым соединением или соединяют на стыковых планках, вырезанных из такой же фанеры. Места склейки рекомендуется располагать ближе к бимсам и карленгсам или прямо на них.

Как правило, фанерный палубный настил перекрывает кромки бортовой обшивки, а его собственные кромки защищаются снаружи бортами. К привальному брусу и карленгсам фанеру нужно крепить шурупами на водостойком клею, в крайнем случае прокладывая в соединении полоску бязи на густотертых белилах.

На более крупных судах на фанерный настил наклеивают тонкие (6—8 мм) планки из сосны или тика с небольшими зазорами между ними. Затем эти зазоры заполняют рамной шпаклевкой, шлифуют и покрывают лаком. Получается имитация под классический дощатый настил, но не боящаяся воздействия солнца и абсолютно водонепроницаемая. Фанера может быть покрыта сверху также парусиной или стеклопластиком.

Настил палубы может быть сделан и из сосновых досок, имеющих толщину на 15—20 % меньше толщины наружной обшивки. На борт кладется широкая доска — ватервейс, обычно склеенная по длине из двух — трех частей и выпиленная по контуру борта. Ватервейс крепится на шурупах к бимсам, бор-

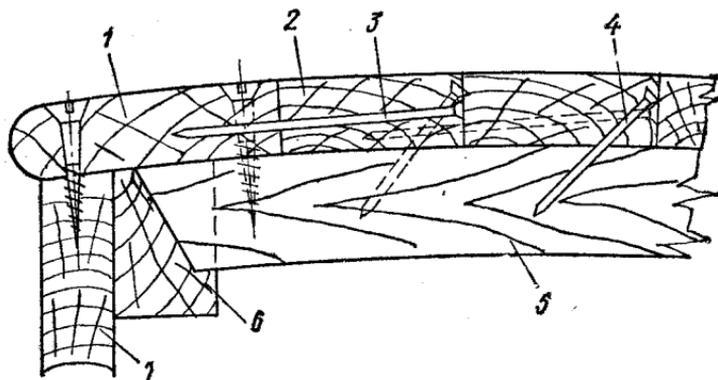


Рис. 112. Конструкция палубного настила из досок.

1 — ватервейс; 2 — доска настила; 3 — гвоздь крепления доски к ватервейсу; 4 — гвоздь крепления доски настила к бимсу; 5 — бимс; 6 — привальный брус; 7 — верхний пояс обшивки (ширстрек).

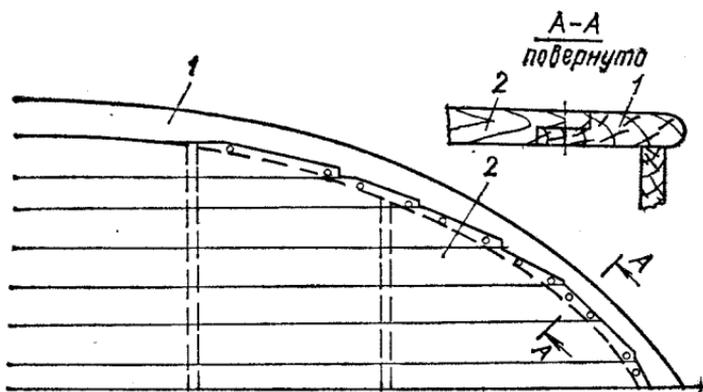


Рис. 113. Крепление планок настила (2) к ватервейсу (1) в носовой части палубы.

товой обшивке и привальному брусу. Затем к кромке ватервейса пришивают доску настила. Ширина доски берется от 60 до 80 мм с тем расчетом, чтобы закрепить ее к ватервейсу гвоздями, забитыми через кромку (рис. 112). Узкие доски, кроме того, меньше коробятся при переменном воздействии солнца и воды, К бимсам доска настила пришивается также гвоздями через кромку. В носу концы досок 2 настила врезают в ватервейс 1 (рис. 113). Доски настила могут быть прикреплены к набору и обычным способом, как и наружная обшивка. Длину гвоздей и шурупов при этом берут не менее 2,5 толщины доски. Для настила отбирают прямослойные доски с минимальным количеством сучков.

Пазы между досками конопатят ватой или пенькой и заделывают снаружи пеком с мелом или эпоксидной шпаклевкой. Однако обеспечить надежную водонепроницаемость дощатого настила таким способом не всегда удается, и после двух — трех навигаций нередко палубу покрывают парусиной или стеклопластиком. Лучше сделать это при постройке судна, сразу же после монтажа кокпита и рубки.

Для покрытия парусиной доски настила протрагивают, пропитывают олифой и выравнивают шпаклевкой. Тонкую парусину выкраивают по палубе, сшивая отдельные куски вместе. По бортам, у комингсов рубок и люков парусину выпускают на 20—25 мм для подгиба под буртики и штапики. На основе сурика или свинцовых белил и мела готовят жидкую шпаклевку (консистенции густотертой краски) и наносят ее тонким равномерным слоем на настил. Затем накладывают парусину, начиная с носовой части палубы, прижимают ее по диаметральной плоскости грузами и оттягивают к бортам, закрепляя мелкими латунными или оцинкованными гвоздями.

У рубок и люков парусину сначала прибивают к комингсам, а затем также оттягивают к бортам. Обтянутую и закрепленную парусину проторцовывают кистью до тех пор, пока она не пропитается шпаклевкой насквозь. После высыхания шпаклевки палубу окрашивают за два — три раза (последний раз — обязательно с добавкой 10—15 % лака).

При выполнении этой работы нужно предусмотреть возможность замены парусины в дальнейшем без снятия рубок, люков и т. п. Штапики и буртики рекомендуется ставить на гвоздях с расплющенной головкой, ориентируя ее таким образом, чтобы она вошла в древесину вдоль слоев. На ватервейсе край парусины иногда закрепляют с помощью фальшборта (рис. 114), сам ватервейс лакируют.

Покрытие палубы и крыши рубки стеклопластиком осуществляется по технологии, описанной на стр. 162.

Одним из важнейших узлов является соединение рубки с палубой: оно должно быть прочным и не должно давать течи. В наиболее простых по исполнению узлах (рис. 115, а, б и в), к сожалению, довольно трудно обес-

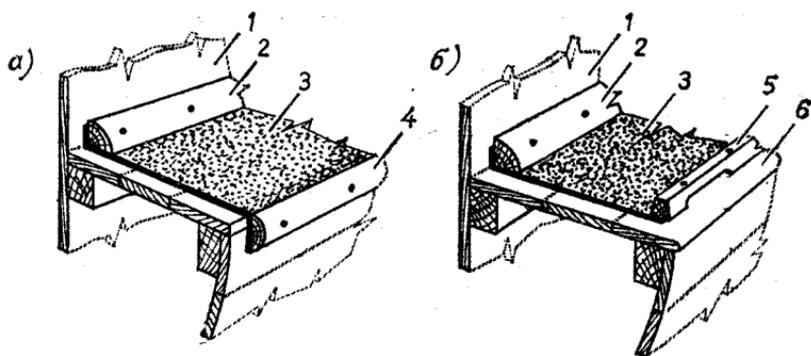


Рис. 114. Крепление краев парусины с помощью штапика и буртика (а), штапика и фальшборта (б).

1 — комингс; 2 — штапик; 3 — парусина; 4 — буртик; 5 — фальшборт; 6 — ва-тервейс.

печить водонепроницаемость. Вода просачивается даже под штапики 4, по стыку между стенкой рубки 3 и карленгсом 1. Конструкция, показанная на рис. 115, б, кроме того, может оказаться и недостаточно прочной. Наиболее надежным и простым является соединение, изображенное на рис. 115, г. Стенка рубки хорошо связана с палубой через карленгс 6. Если вода проникнет под штапик, то дальше она просочится на палубу, а не в каюту. Несколько сложнее узел, показанный на рис. 115, д, в котором комингс 3 рубки сопрягается с утолщенной доской 7 палубного настила, имеющей галтель. Вода, даже при крене судна, в стык между палубой и рубкой не попадает, а будет стекать по галтели на палубу. Дальнейшим усовершенствованием является соединение, представленное на рис. 115, е, с врезкой стенки рубки в палубную доску 7.

Монтаж рубки начинают с установки лобового комингса, имеющего, чаще всего, сильный наклон в корму и стреловидность в плане. Его соединение с палубой проще выполнить, если комингс ставится прямо на настил палубы и крепится своей нижней кромкой к брусу, установленному под нужным углом к ДП и смалкованному под угол наклона комингса. Конструкция узла в этом случае получается аналогичной показанной на рис. 115, г. Чтобы избежать ошибок и переделок, рекомендуется сделать шаблон комингса из низкосортной фанеры, тщательно подогнать его по всем кромкам, поставив на место, разметить вырезы для иллюминаторов и только после этого переносить очертания на хорошую фанеру.

Требующийся наклон боковым комингсам задается заранее установленными в корпусе поперечными переборками и, в случае необходимости, дополнительным шаблоном в передней части рубки. Комингсы могут быть заготовлены из фанеры толщиной 5—8 мм или из досок, склеенных по кромкам. Их ставят на место, прикрепляя к шаблону временно, а к карленгсам и переборкам — постоянно на болтах (шурупах) и клею. К верхней кромке комингсов прикрепляют продольные бруски — шельфы, в которые врезают концы бимсов, размечаемых точно так же, как и палубные.

Чаще всего бимсы рубки делают облегченной конструкции, выклеивая их из нескольких слоев качественной древесины разных пород (в наружных слоях дуб или ясень, в средних — сосна). Дополнительную прочность крыше рубки придают один или два карленгса, которые нарезают на бимсы и скрепляют с ними на клею и шурупах.

В ряде случаев имеет смысл сделать крышу рубки безнаборной — склеенной по поперечным шаблонам из трех—четырёх слоев тонкой фанеры или диагонально укладываемых полос березового шпона толщиной 2,5—3 мм. Выклеивать крышу можно непосредственно на месте, смонтировав макет ее поверхности в виде временных бимсов из досок и продольных реек-стрингеров. Фанерные листы крыши запрессовывают при помощи гвоздей, забиваемых во временные бимсы и стрингера через полосы фанеры, которые обеспечивают более

равномерное распределение давления по поверхности и упрощают удаление гвоздей по окончании полимеризации клея. Отверстия из-под гвоздей заделывают при помощи эпоксидной шпаклевки с древесной мукой в качестве заполнителя. Если крыша рубки имеет набор, то перед монтажом крыши рубки можно положить на бимсы лист декоративного пластика: он впоследствии заменит окраску. Лист пластика кладут на бимсы лицевой стороной вниз, а затем уже на него настилают крышу. Если нет фанеры или крыша имеет сложную погибь, то ее можно сделать из узких реек, подобно палубному настилу. Сверху для лучшей водонепроницаемости крыша может быть покрыта парусиной на краске или оклеена тонкой стеклотканью на эпоксидной смоле.

Стекла в иллюминаторы рубки устанавливают по окончании отделочных работ. Для этой цели используется органическое стекло (плексиглас), реже — обычное, но увеличенной толщины. Минимальная толщина стекол на малом судне — 6 мм; при длине судна, приближающейся к 10 м, она увеличивается до 7—8 мм. Более тонкие стекла, как показывает опыт, оказываются на катерах и яхтах недолговечными.

На рис. 116 представлено несколько способов заделки стекол при тонких комингсах рубки, изготовленных из фанеры; на рис. 117 — в комингсах из

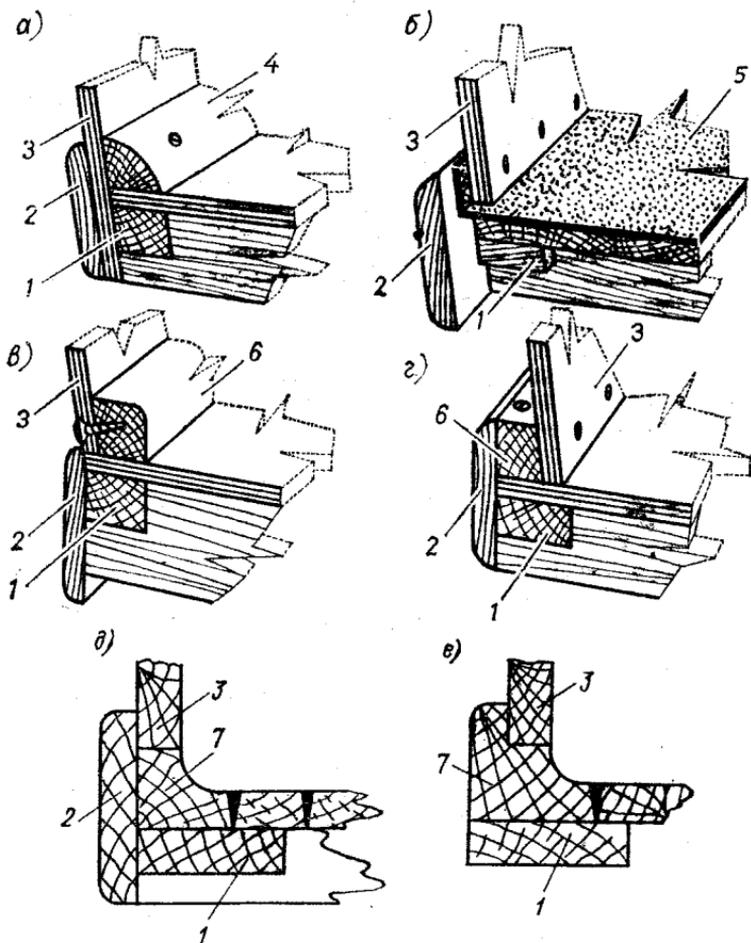


Рис. 115. Варианты крепления стенок рубки к палубе.

1 — карленгс; 2 — накладка; 3 — стенка (комингс) рубки; 4 — штапик; 5 — слой стеклопластика; 6 — наружный карленгс; 7 — доска палубного настила с галтелью.

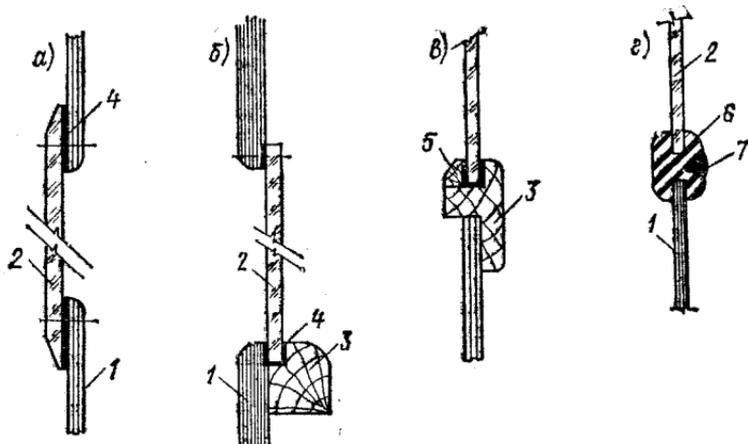


Рис. 116. Варианты крепления стекол на тонком (фанерном) комингсе рубки.

1 — нижний комингс; 2 — стекло; 3 — накладка; 4 — герметизирующая мастика или прокладка; 5 — рейка-штапик; 6 — резиновый профиль; 7 — уплотняющий вкладыш.

массивной древесины. Если применяется оргстекло, то самый простой по исполнению способ — это закрепить его снаружи комингса на винтах или шурупах (рис. 116, а). Вырезать стекло необходимо с переключением отверстия иллюминатора на 20—25 мм и ставить его на несохнувшей герметике или, в крайнем случае, на тонкой резиновой прокладке. Шурупы должны быть поставлены достаточно часто, чтобы хорошо прижать стекло к комингсу. В варианте «б» стекло ставится с внутренней стороны комингса; его нижняя кромка удерживается в пазе накладке 3, а верхняя закрепляется на винтах. В этом случае иллюминатор лучше выйдет снаружи, но открытые торцы фанеры должны быть надежно защищены лакокрасочными покрытиями от проникновения влаги между слоями. Вариант «в» — наиболее надежный и обеспечивающий хороший вид заделки

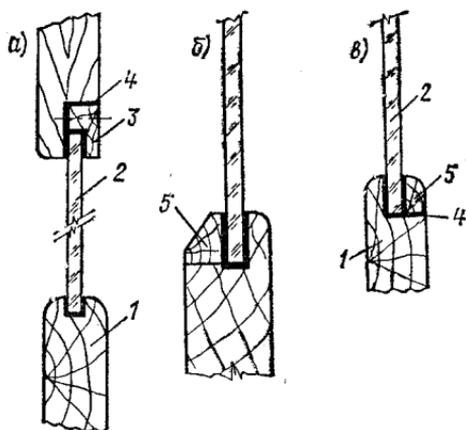


Рис. 117. Варианты крепления стекол на комингсе из массивной древесины. Обозначения позиций — см. рис. 116.

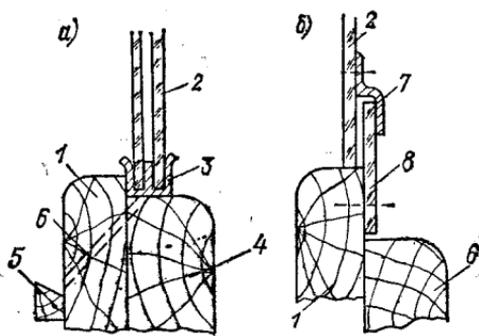


Рис. 118. Конструкция сдвижных стекол. 1 — внутренняя накладка комингса; 2 — стекло; 3 — направляющий профиль; 4 — комингс рубки; 5 — рейка-водосборник; 6 — канал для стока воды из желобков профиля 3; 7 — направляющая планка из металла; 8 — направляющая планка из оргстекла.

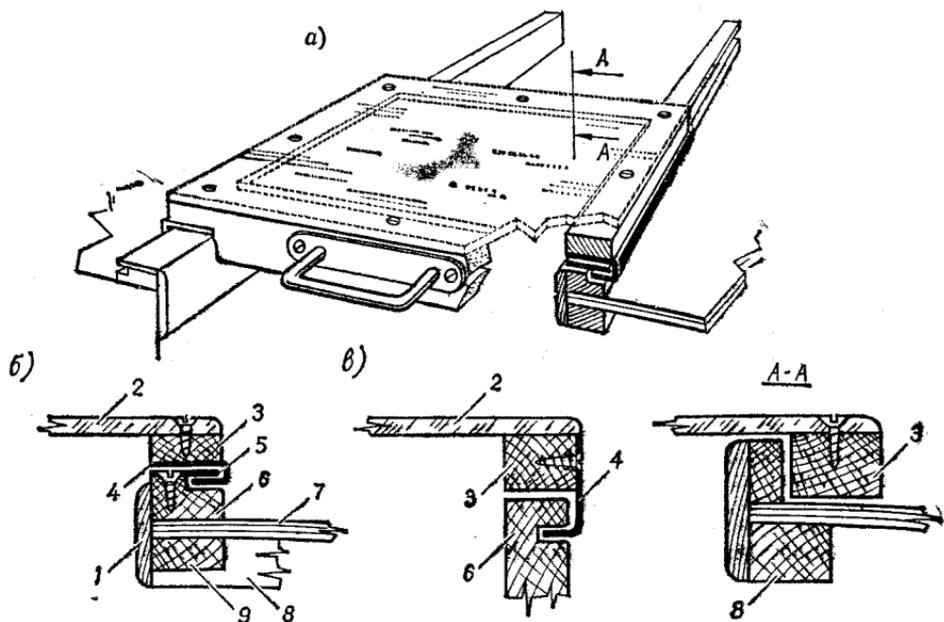


Рис. 119. Сдвижной люк: а — общий вид; б, в — варианты направляющих.
 1 — накладка; 2 — крышка люка; 3 — обвязка крышки; 4 — направляющий рельс; 5 — герметическая полоса; 6 — комингс люка; 7 — крышка рубки; 8 — бимс; 9 — карленгс.

как с наружной, так и с внутренней стороны комингса, но более трудоемкий в исполнении. И в этом варианте накладку 3 необходимо поставить на герметике.

Достаточно надежно в судовых условиях крепление стекла на тонких комингсах при помощи резинового автомобильного профиля (рис. 116, г). Следует только учитывать, что такой профиль можно изогнуть по определенному минимальному радиусу (около 100 мм) и, если радиус выреза под стекло меньше, то лучше выполнить его под острым углом, а профиль разрезать и соединить по биссектрисе этого угла. Для точной подгонки частей профиля рекомендуется вставить в него фанерные полосы на место стекла и комингса, разметить на фанере нужный угол и его биссектрису и, не вынимая фанеры, сделать пропил в профиле точно по разметке. В вырезе иллюминатора каждый отрезок уплотнительного профиля должен вставляться с небольшим сжатием, чтобы не было течи по стыкам в углах.

Иллюминаторы больших размеров могут быть окантованы снаружи латунными, алюминиевыми или из нержавеющей стали полосами, которые, будучи отполированными, придают лодке нарядный вид. Дело, однако, могут испортить шурупы или винты, если они не из цветного металла или нержавеющей стали; даже хром или никель часто не защищают стальной крепеж от коррозии в условиях малого судна.

В конструкции крепления сдвижных стекол, показанной на рис. 118, а, используется алюминиевый или пластмассовый профиль с двумя канавками, который применяется в мебельной промышленности и для форточек в автобусах. Герметичности иллюминаторов в данном случае не обеспечить; воду, скапливающуюся в направляющих канавках, приходится отводить по специальным отверстиям 6 на желобок 5. В варианте «б» попадание воды в рубку исключается благодаря полосе из оргстекла 8, по которой скользит планка с фланцем 7, прикрепленная к сдвижному стеклу. Верхняя кромка стекла находится в направляющем профиле, аналогичном показанному в варианте «а».

Работы на палубе заканчиваются монтажом люков и выгородки для подвесного мотора. На крыше рубки рекомендуется сделать сдвижной люк

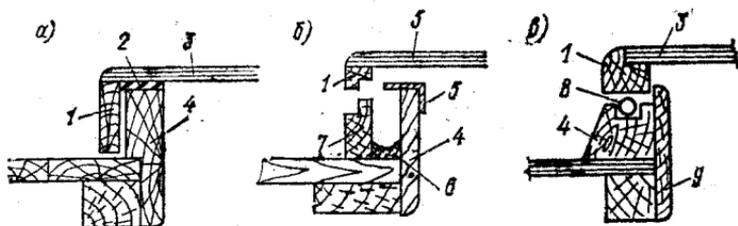


Рис. 120. Палубный люк с резиновой прокладкой (а), с двойным комингсом (б) и с пластиковой трубкой (в).

1 — обвязка крышки; 2 — резиновая прокладка; 3 — крышка люка; 4 — комингс; 5 — отбойный угольник; 6 — желобок; 7 — наружный комингс; 8 — уплотняющая трубка; 9 — накладка комингса.

(рис. 119), особенно если пайол в кокпите выше, чем в каюте. Вырез для люка окаймляется карленгсами 9 (снизу, под крышей) и комингсами — направляющими 6, длина которых вдвое больше длины люка. К верхней кромке направляющих крепится дюралевая или латунная полоса 5, по которой скользит рельс 4, прикрепляемый к крышке люка 3. Обвязка крышки люка 1 собирается в шип и обшивается фанерой, рейками (лучше на шпонках) или органическим стеклом.

При недостатке места для сдвинутой крышки ее можно сделать складывающейся пополам (см. рис. 294).

Люки в палубе, если они используются для входа и выхода, должны иметь минимальный размер в свету 460×460 мм; размер 600×600 мм обеспечивает и удобный выход, и протаскивание через люк парусов. Отверстие люка ограждается комингсом, препятствующим попаданию воды внутрь лодки. Высота комингсов должна быть достаточной для свободного откидывания крышки.

При монтаже люков сначала причерчивают и подгоняют по погиби палубы поперечные комингсы, которые ставят на клею и шурупах на палубный настил. Продольные комингсы соединяют с ними врезкой «в полдерева» также с применением клея. В верхней кромке комингсов заранее протрагивают канавку для уплотнения, которое можно сделать из пластиковой или резиновой трубки (рис. 120, в). Трубка должна слегка выступать над кромкой комингса. Изнутри комингс облицовывают декоративной планкой, которая выступает над его уровнем, преграждая путь проникшей через уплотнение воде.

Крышка люка делается с обвязкой из брусков аналогично конструкции комингса, и покрывается фанерой толщиной 10—12 мм или рейками, склеенными по кромкам.

Практичен также люк с двойным комингсом (рис. 120, б). Он не потечет, если даже палубу захлестнет волна, и не нуждается в задрайках. Вода, проникнув за первый наружный комингс 1, не пройдет через второй, а стечет по желобку 6 через отверстия в задней стороне люка. В пространство между комингсами также попадают капли, просачивающиеся через стык между петлями. Латунный угольник 5 надежно защищает люк от воды при крене судна.

Под моторная ниша должна исключать заливание корпуса судна водой через транец, высота которого ограничена размером дейдвудной трубы подвесного мотора. Размеры ниши должны быть достаточными для беспрепятственного откидывания и поворота мотора. Иногда ниша используется для размещения топливных бачков. В этом случае ее дно должно располагаться ниже верхней кромки транца не менее чем на 200 мм. Переднюю стенку ниши лучше всего заранее закрепить на предпоследнем шпангоуте вместе с рейкой — опорой ее дна. Такая же рейка должна быть на транце. При сборке корпуса достаточно будет вставить продольные стенки, прикрепив их к палубе и к днищу, и подогнать дно. При фанерной конструкции ниши полезно все углы в ней оклеить полосами стеклоткани на эпоксидном связующем («мокрыми угольниками»), В транце, по углам у самого днища ниши, делаются отверстия — шпигаты для слива попавшей в нишу воды.

Дощатая обшивка вгладь без склейки поясьев должна быть проконопачена по пазам. Конопатка обеспечивает водонепроницаемость корпуса и, если она выполнена правильно, служит связью между смежными поясьями. Конопатят обшивку обычно перед шпаклевкой и окраской корпуса. Для конопатки используют пеньковую паклю, пряди распущенных смольных тросов, вату. Вату и паклю предварительно свивают в длинные жгуты толщиной, соответствующей ширине паза. При большой щели между поясьями приходится два-три отдельных жгута свивать в один. Пазы, подлежащие конопатке, необходимо внимательно осмотреть и, если требуется, придать им правильную разладку, или профиль, как показано на эскизе (рис. 121). Со стороны набора (т. е. от внутренней кромки) доски обшивки примерно на одну треть толщины должны прилегать одна к другой совершенно плотно, зазор на остальной части ширины досок должен постепенно расширяться до 1,5—2 мм у наружной поверхности обшивки. В таком пазе конопатка будет надежно удерживаться при разбухании и усыхании досок. Важно, чтобы щель имела одинаковую разладку по всей длине паза, иначе более узкие места будут препятствовать уплотнению остальных участков. Полезно перед конопаткой пройти пазы лебезой — специальным инструментом с широким тупым лезвием, которое сминает кромки смежных досок и расширяет паз (рис. 122).

Жгут вкладывают в паз и сначала слегка осаживают при помощи лебезы и молотка участками по 150—200 мм на каждый метр длины. Если не удалось добиться равномерной разладки, придется изменить толщину жгута в зависимости от ширины щели. Затем в паз вгоняют остальные участки жгута и, наконец, осаживают всю конопатку до требуемой плотности. Лебеза не должна вязнуть в конопатке, при ударах звук не должен быть глухим. При слабой конопатке обшивка потечет, а при чрезмерно плотной — разбухшие в воде доски сильно нагрузят заклепки, крепящие обшивку к шпангоутам, и даже могут срезать их. Чтобы избежать чрезмерной плотности конопатки, не следует брать слишком тяжелый металлический молоток, лучше пользоваться деревянным (кияжкой).

При обрыве жгута его конец нужно согнать «на нет» и свить с таким же концом нового жгута.

После конопатки в пазу должно оставаться 2,5—3 мм глубины для шпаклевки, но до этого необходимо покрасить конопатку густыми свинцовыми белилами (соотношение веса краски к весу олифы 1:1). Такая покраска нужна для того, чтобы пакля или вата не впитывала олифу из шпаклевки, которая потеряет из-за этого эластичность. Прокрашивают паз широким и тонким флейцем (рис. 122, з).

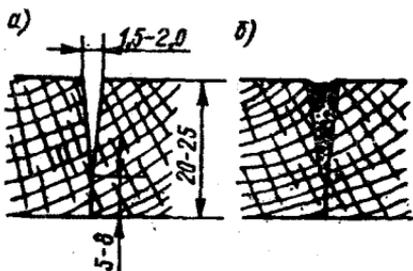


Рис. 121. Правильный профиль паза между поясьями обшивки до (а) и после (б) конопатки.

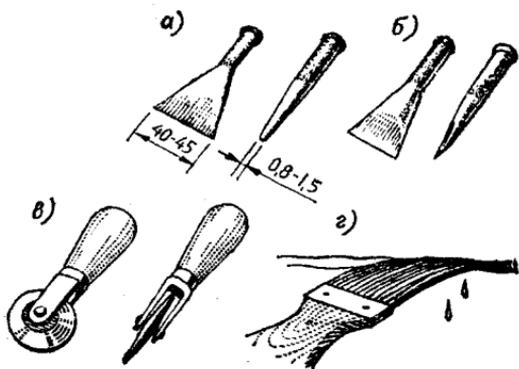


Рис. 122. Инструмент для конопатки: а — лебеза для осаживания конопатки в пазу; б — лебеза для разладки пазов; в — диск для конопатки тонкой обшивки; г — окраска паза флейцем.

Немаловажное значение для сохранения деревянного корпуса в течение длительного времени имеют лакокрасочные покрытия, создающие влагостойкую защиту древесины, особенно — пропитка корпуса олифой, древесной смолой или дегтем. В особой защите нуждаются торцы всех деталей набора и наружной обшивки.

Для пропитки применяют смолу хвойных пород древесины или деготь листовых. Обычно корпус пропитывают снаружи за один или два раза жидкой смолой в подогретом состоянии — для более глубокого проникновения ее в поры древесины. При этом поверхность обшивки приобретает гляцевый вид; матовые участки надо пропитывать дополнительно.

Чтобы лодка лучше выглядела, после пропитки обшивки жидкой смолой можно покрыть ее одним слоем олифы — чистой или слегка пигментированной под цвет будущей окраски. Красят обшивку масляными красками.

Сосновая древесина, как более смолистая (особенно мелкослойная), может быть пропитана один раз жидкой смолой, а затем олифой или масляными красками.

§ 10. Покрытие корпуса стеклопластиком

Корпус, построенный из дерева или фанеры, можно оклеить снаружи стеклопластиком. Кроме защиты древесины от влаги и механических повреждений стеклопластик повышает прочность корпуса, упрощает весенний ремонт судна.

Для защитной оклейки корпуса судна наиболее подходящими являются стеклоткани редких переплетений — так называемые «сетки» марок СЭ (ССТЭ-6 или ССТЭ-9). Вследствие малой плотности они легко пропитываются смолой и благодаря своей эластичности хорошо облегают корпус. Годится также стеклоткань сатинового переплетения марки АСТТ(6)С₂ или Т-11-ГВС-9.

Оклеивание производится при температуре не ниже 18 °С и относительной влажности воздуха не выше 65%. Время отверждения — от 1 до 7 суток.

Перед оклейкой необходимо скруглить все острые кромки и углы, на которых стеклоткань, вследствие резкого перелома нитей, держится плохо. Крепеж должен быть утоплен в обшивку, а углубления над ним зашпаклеваны, подтеки клея счищены с поверхности. Неровную, шероховатую поверхность надо прострогать. Расколы и задиры обшивки подрезают стамеской или острым ножом, затем всю поверхность обшивки обрабатывают шкуркой и рашипелем.

При раскрое ткани желательно отрезать куски, равные длине корпуса, особенно для полос, укладываемых вдоль киля и ватерлинии. При ударе о препятствие стеклопластик в этих местах может отслоиться на значительном расстоянии, целое полотнище в этом случае только порвется.

Связующее для оклейки следует готовить в эмалированной посуде, в количестве, которое может быть израсходовано за 1—1,5 ч работы. Подробно о рецептуре и способах подготовки можно прочитать в главе 3.

При работах по оклейке применяют следующие инструменты: острый нож, портновские ножницы для раскроя

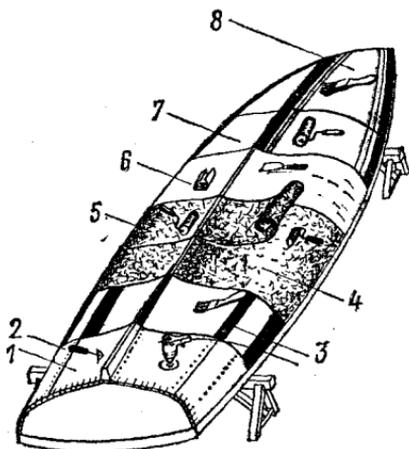


Рис. 123. Последовательность работ по оклейке корпуса стеклотканью.

1 — зачистить корпус циклей и шкуркой; 2 — заполнить напы связующим с древесной мукой; 3 — покрыть корпус тонким слоем связующего; 4 — наложить первый слой стеклоткани, прикатать его валиком, прогладить шпателем; 5 — наложить следующий слой ткани; 6 — прошкурить, затем прогладить высохший слой; 7 — покрыть корпус связующим с пигментом; 8 — покрыть корпус пентафталевым лаком.

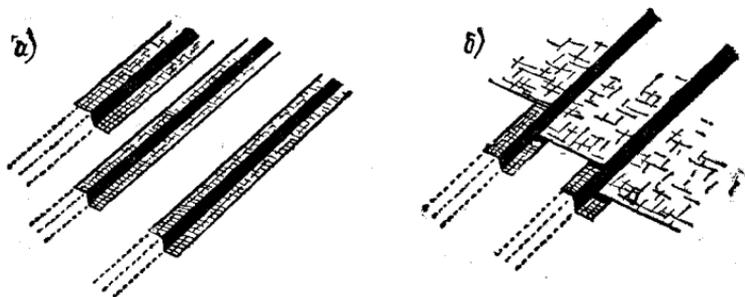


Рис. 124. Оклейка корпуса с обшивкой кромка на кромку: а — оклейка выступающих кромок; б — оклейка поясьев между кромками.

ткани, торцовые кисти, шпатели, ролик для прикатки и эмалированную посуду. Обработанная поверхность наружной обшивки грунтуется тонким слоем связующего, приготовленного без тиксотропного наполнителя (рис. 123). Размер участка определяется так, чтобы его можно было оклеить за 1—1,5 ч.

Через 30 мин. после грунтовки наносится еще один слой связующего, но уже с тиксотропным наполнителем, и сразу же на него укладывается первый слой стеклоткани, который тщательно разглаживается, простукивается торцовыми кистями от середины полотнища к краям до полного удаления воздушных пузырей и достижения равномерной его пропитки. Сверху опять наносится слой связующего, укладывается второй слой стеклоткани. Аналогично укладываются последующие слои до получения защитного слоя нужной толщины. Ориентировочно можно считать, что 4 слоя стеклоткани составляют защитное покрытие толщиной в 1—1,5 мм. Толстая стеклоткань создает достаточную защиту в один-два слоя.

Первый слой стеклоткани должен перекрывать на 50—70 мм скуловой брус, заходя на днище, и на такую же величину — на палубу. Последующие слои должны ложиться так, чтобы перекрой по кромкам был не менее 20—30 мм. Наиболее уязвимые места корпуса, например, скулу, днище у киля, соединение борта с палубой целесообразно защитить дополнительными слоями стеклоткани, наклеив полосы шириной 50—100 мм. Для того чтобы кромки стеклоткани не были заметны на готовом корпусе, рекомендуется выдернуть крайнюю продольную нитку из кромки каждого полотнища.

При оклейке днища край ткани необходимо перепустить на борта; аналогично поступают при покрытии стеклопластиком палубы, транца и форштевня. Оклежку нужно вести непрерывно до получения защитного слоя нужной толщины, иначе связующее отвердеет, и для продолжения работы поверхность придется зачищать.

Если приходится оклеивать днище в потолочном положении, разрезанная на куски по длине лодки стеклоткань предварительно пропитывается связующим на столах. Затем полотнища ткани наматываются на круглые стержни диаметром около 70 мм и не позднее чем через 30—40 мин. после этого их разматывают и укладывают на корпус, пробивая образовавшиеся пузыри торцовыми кистями и прикатывая ткань валиками.

При оклейке корпусов с наборной обшивкой — «кромка на кромку» узкими полосками стеклоткани оклеивают сначала выступающие кромки поясьев обшивки (рис. 124), затем поверх этих полосок накладывают еще полосы стеклоткани, по ширине равные ширине пояса. Попытки оклеить клинкерную обшивку одним широким полотнищем стеклоткани, как правило, оканчиваются неудачей, так как в местах сгибов ткань прилегает к обшивке неплотно, возможны воздушные пузыри.

Если на днище мотолодки имеются продольные реданы, которые перед оклейкой снять не представляется возможным, то такое днище оклеивают аналогичным способом: сначала узкими полосками реданы, затем поверхности между реданами широкими заранее выкроенными полосками.

Изнутри корпус обычно не оклеивают. Поскольку покрытие из стеклопластика фильтрует воду, как бы тщательно оно не выполнялось, при двухсторонней оклейке обшивки исключалось бы испарение влаги, набранной досками, и здесь быстро развивались бы процессы гниения.

После оклейки корпуса, пока связующее еще окончательно не желатинизировалось, выполняют «мокрую шпаклевку». Неровности (риски, наплывы клея) сглаживают шпателем, смачивая растворителем. Для шпаклевки применяют то же связующее, которое используется для оклейки корпуса, с добавлением наполнителя — кварцевого песка или маршалита (мел и цемент применять не рекомендуется). Шпаклеванную поверхность выравнивают и сразу же обтирают тампоном, смоченным в растворителе.

После того как шпаклевка высохнет, рекомендуется прошкурить поверхность пластика — устранить глянец стеклянной шкуркой. К матовой поверхности

Таблица 18. Пигменты, употребляемые для окраски декоративного слоя

Цвет покрытия	Пигмент	Количество пигмента (вес. ч), вводимое на 100 вес. ч. связующего
Белый	Двуокись титана	10
	То же	7
Шаровый	Сажа газовая	0,2—0,4
Красный	Пигмент алый Н	3
Черный	Сажа газовая	2—3
Оранжевый	Пигмент оранжевый	3
Желтый	Пигмент желтый светопрочный	3
Коричневый	Пигмент алый Н	2
	Сурик железный	1
Зеленый	Пигмент фталоцианиновый зеленый	0,15
	Двуокись титана	5
Синий	Пигмент голубой фталоцианиновый (паста на основе дибутилфталата)	1—2

гораздо лучше прилипает краска, особенно эмаль. Для окраски рекомендуется применять эмали ПФ-115 или ПФ-117, которые наносят в 2—3 слоя.

Стойкое декоративное покрытие оклеенного стеклотканью корпуса может быть выполнено на основе того же связующего, что применялось для оклейки, путем введения в него сухих красящих пигментов (см. табл. 18). Пигмент вводится в смолу до ее смешивания с ускорителем.

Минеральные пигменты необходимо просушить в сушильном шкафу при температуре 105—110 °С для того, чтобы влага, содержащаяся в пигменте, не задерживала отверждения смолы и не снижала прочность стеклопластика. Высушенный пигмент тщательно просеивают через сито (мелкую капроновую сетку). Из просеянного порошка пигмента и связующего, смешанного с тиксотропным наполнителем (белая сажа или аэросил), готовят пастообразную композицию, состоящую из 50% порошка пигмента и 50% смолы. Для этого их тщательно смешивают и хранят в закрытой посуде. Связующее, не содержащее инициаторов отверждения, может храниться долго.

В смолу, предназначенную для нанесения в качестве декоративного слоя на корпус судна, добавляют пасту и перемешивают до тех пор, пока не получится однородная масса нужного колера, и уже после этого в нужное количество связующего вводят отверждающие добавки и тщательно перемешивают. Цвет отвержденного декоративного слоя обычно отличается от цвета применяемого пигмента, поэтому, прежде чем приготовить связующее для покрытия всего корпуса, надо сделать несколько проб с различным количеством пасты.

Через сутки после нанесения декоративного слоя корпус можно зачистить от подтеков и окончательно отделать: подшпаклевать неровности и после

отверждения шпаклевки отшлифовать поверхность водостойкой шкуркой № 180—220 с мыльной водой.

Корпус небольшой лодки можно оклеить тонкой хлопчатобумажной тканью (бязью или миткалем), используя клен БФ-2, БФ-4, БФ-6, пентафталевый лак № 170А, глифталевыи лак любых марок, бакелитовые лаки марок А и Б, лак ХС-76, масляные лаки (6с, 6т, 4с, 4т) или густотертые краски.

Пентафталевый лак можно брать любых марок, но если будет применен ПФ-231 (паркетный), надо учитывать, что он высыхает очень быстро — за 30—60 мин. с момента нанесения. Можно использовать и другие паркетные лаки с кислотным отвердителем (МЧ-26 и т. п.). Время отверждения бакелитового лака составляет не менее 7 суток.

Лаки наносят большой кистью одновременно на обе поверхности, но на ткань несколько обильнее, чем на корпус.

Густотертые краски для оклейки тканью разводят льняной олифой из расчета: на 1 часть (по объему) свинцовых белил и крона — от 1/3 до 1/2 части олифы; на 1 часть цинковых белил — от 1/4 до 1/3. Свинцовый сурик готовят в момент употребления, отвешивая на 80 вес. ч. сухого порошка 15 вес. ч. льняной олифы.

Краски наносят на обе поверхности жесткой кистью. Срок их полного высыхания при температуре 20 °С не менее 3 суток.

§ 11. Шпаклевка и окраска корпуса

Шпаклевка. Для выравнивания поверхности перед окраской выбирается в зависимости от рода красок, которыми предполагается покрыть корпус, и состояния его поверхности.

Под все краски и эмали можно применять масляно-лаковую шпаклевку ПФ-00-2 (желтого или красного цвета). Под некоторые краски и нитроэмали применяются также шпаклевки ЦЦ-00-9 (желтая), перхлорвиниловая ПХВШ-2, масляно-глифталевые № 175 и 185.

Для заделки выбоин и глубоких вмятин в обшивке, а также для заделки щелей и стыков употребляют эпоксидную шпаклевку Э-4002 и подмазку № 201.

Если не удалось приобрести шпаклевку заводского изготовления, можно приготовить ее самостоятельно.

Основу шпаклевки составляют связующее — олифа (150—180 г на 1 кг готовой шпаклевки) или подмазочный лак (200—300 г), наполнитель — мел (700—800 г для масляной и 550—660 г — для лаковой) и краситель — охра, железный сурик. Для ускорения высыхания масляной шпаклевки в нее добавляют около 10 г сиккатива. При приготовлении шпаклевки связующее надо профильтровать, а наполнитель и краситель просеять через капроновый чулок. Рекомендуется сначала смешивать между собой все сухие компоненты, а потом уже добавлять в них связующее. Эпоксидная шпаклевка готовится из смолы ЭД-5 с компонентами, как обычное связующее (см. стр. 104), а наполнителем служит мелкая древесная мука.

Перед шпаклевкой на масляной или лаковой основе корпус необходимо покрыть горячей олифой. Олифить лучше сплошь, а не только оголенные от краски места древесины, которые рекомендуется покрыть олифой дважды. Олифа, впитываясь в древесину, защищает ее от влаги и обеспечивает лучшее сцепление с ней шпаклевки.

Шпаклевать нужно всю поверхность широкими металлическими шпателями толщиной 0,6—0,8 мм. Шпатель держат под углом 60—75° к поверхности, прижимая массу шпаклевки так, чтобы она заполняла все углубления, а на ровных и гладких участках ложилась тонким, чуть заметным слоем. Не следует пытаться за один раз зашпаклевать глубокие вмятины и трещины. Слой шпаклевки более 1 мм не только долго сохнет, но дает усадку и растрескивается.

Глубокие неровности лучше сначала зашпаклевать эпоксидной шпаклевкой, а потом уже обычной, применяющейся для всего корпуса. В противном случае придется шпаклевать одно место несколько раз, давая просохнуть каждому

слою в течение 1—2 суток (если шпаклевка лаковая) и 1—2 ч, если употребляется нитрошпаклевка.

Зашпаклеванную поверхность, когда она просохнет, зачищают наждачной шкуркой, протирают от пыли, и зачищенные места покрывают олифой.

Окраска. Первый слой краски, накладываемый на поверхность корпуса сплошным слоем, является грунтом. Желательно, чтобы шпаклевка, грунт и наружная декоративная окраска были близких тонов. Для этого рекомендуется ввести в шпаклевку пигмент, соответствующий по цвету будущей окраске.

Грунт должен просохнуть в течение 2—3 суток и иметь глянцевый вид. Обнаруженные матовые места покрывают грунтом вторично, так как в этих местах олифа или другое связующее краски впитывается шпаклевкой.

Под краски на свинцовой основе желательно применять свинцовые же грунты: сурик, крон, белила. Грунтом под цинковые белила и крон служат эти же краски, чистая олифа или охра. По грунту накладывают промежуточный слой краски, а затем и окончательный — декоративный слой того же цвета, что использовался для предыдущего. Если корпус загрунтован свинцовым суриком, а желательна декоративная окраска белого цвета, необходимо принять меры, чтобы сурик не просвечивал; перекрыть грунт свинцовыми или цинковыми белилами в один слой или дублировать светлый декоративный слой. Для декоративного слоя можно использовать глифталевые, пентафталевые и импортные эмали.

Для повышения стойкости декоративного покрытия его следует дополнительно покрыть слоем лака того же состава, что и краска: по глифтальевым эмалям ГФ — глифтальевым лаком, по пентафтальевым ПФ — пентафтальевым лаком и т. д. Водостойкий пентафтальевый паркетный лак ПФ-231 наиболее универсален: им можно покрывать любые эмали и краски, включая импортные.

Краски поступают в продажу как в готовом к употреблению виде (уже разбавленные олифой), так и густотертые. Густотертые краски могут храниться в плотно закупоренной таре до 2 лет, готовые к употреблению — не более года. Долго хранившиеся готовые краски надо тщательно перемешать и добавить в них олифы. Если образовалась толстая пленка или толстый слой желатинообразной олифы, его надо удалить, а краску развести свежей олифой.

Густотертые краски разводят олифой в следующих соотношениях: на 100 вес. ч. свинцовых белил, свинцового крона или крона зеленого соответственно 24, 44 или 35 вес. ч. олифы.

Вводить олифу для разбавления густотертой краски следует в два-три приема, тщательно размешивая ее после каждого добавления.

Расход краски зависит прежде всего от шероховатости покрываемой поверхности, породы и пористости древесины. Краски на тяжелых пигментах (свинцовые, медные, киноварь, железные) обычно расходуются в большем количестве, чем на легких (цинковые и литопонные белила, охра, ультрамарин и т. п.). При использовании свинцового сурика в качестве грунта расходуются в среднем по дереву — 150 г/м², глифталевого грунта ГФ-020 — 85 г/м².

Нормы расхода масляных (на олифе) и глифтальных красок приведены в табл. 19.

Если окрашиваемая поверхность не загрунтована, расход краски будет максимальным. Для второго и последующих слоев всегда требуется краски примерно на 20 % меньше: шероховатость уже сглажена первым слоем, краска растекается по гладкой поверхности с меньшим усилием, более тонким слоем.

Срок сушки красок при температуре 18—20°С: масляных — 72 ч, глифтальных и пентафтальных эмалей — 24 ч, нитроэмалей — 1 ч.

Перед повторной окраской надо убедиться, что предыдущий слой хорошо просох. Если последующий слой положить по непросохшей краске, он впоследствии отстанет от поверхности.

Растворители вводят в краску для того, чтобы придать ей консистенцию, нужную для работы кистью или пульверизатором. Дозировка растворителя и его тип строго определены для каждого вида краски. Излишнее количество

ство растворителя приводит к ухудшению качества защитной пленки, в которой образуются поры вследствие быстрого испарения летучих компонентов растворителя.

Для масляных грунтов, красок и лаков растворителями являются скипидар или уайт-спирит.

Глифталевые и пентафталевые краски растворяют уайт-спиритом, сольвентом, скипидаром, ксилолом, толуолом, растворителем РС-2. Для нитроэмалей применяют специальные растворители № 646 и 649. Растворители № 651 и РС-2 могут использоваться для растворения масляных лаков.

Полиэфирные лаки растворяют ацетоном.

Существуют еще разбавители и разжижители краски, которые вводят в нее после растворителя, в основном для возможности использования

Т а б л и ц а 19. Нормы расхода масляных и глифталевых красок, г/м²

Цвет	Глифталевые	Масляные
Белая	110	СВ. 240
Слоновая кость	110	Ц. 170—2 00
Бежевая	105	Ц. 85
Желтая	70	СВ. 160
Зеленая светлая	50	—
» темная	60	Ц. 70
Красная	50	195
Сурик свинцовый	—	160
» железный	—	100
Коричневый	45	65
Голубая	60	Ц. 95
Синяя	50	СВ. 170
Черная	20	40—80
Шаровая	55	130—180

Примечание. Краски на свинцовой основе в таблице обозначены индексом —СВ.; на цинковой основе —Ц.

пультверизатора. Разбавитель Р-5 пригоден для масляных и перхлорвиниловых красок; Р-13 и Р-14 — для масляных, глифталевых и пентафталевых красок; РДВ — для нитрокрасок.

Лаки в чистом виде могут применяться как самостоятельное покрытие деревянной поверхности, так и для покрытия по любым краскам для сохранения их декоративных качеств: светлые лаки — для белого, розового, голубого, синего и зеленого цветов, а темные — для желтого, коричневого и черного. Они могут быть также использованы для разведения густотертых масляных красок.

В лаки (как темные, так и светлые) может быть добавлена алюминиевая пудра для получения серебристого покрытия подводной или надводной части корпуса, различных дельных вещей.

Кроме получивших широкое распространение масляных лаков, в мелком судостроении в последние годы стали использоваться глифталевые, пентафталевые, полиакрилатные и другие лаки. Глифталевые лаки в зависимости от количества в них масла бывают жирные (№ 5 и № 6), средней жирности (№ 4) и тощие (№ 7). Пленка тощих лаков более твердая и хрупкая, чем жирных. Светлые лаки имеют обозначение «с», а темные — «т», прибавляемое к номеру лака (например, № 4с — светлый лак, а № 4т — темный). Глифталевые лаки непосредственно наносят на металлические и деревянные поверхности, а также на слой краски. Срок высыхания — от 48 до 72 ч.

Пентафталевые лаки — светлые и пригодны для всех поверхностей, но особенно хорошо защищают алюминиевые сплавы. Промышленность выпускает два варианта: № 170 — нормальный, высыхающий за 72 ч, и № 170А — высшего качества, высыхающий за 48 ч. Этот лак обладает повышенной стойкостью к воде и бензину.

Светлые мочевиновые лаки МЧ,готавливаемые на основе пластифицированной мочевино-формальдегидной смолы, являются двухкомпонентными — перед употреблением их нужно смешивать с отвердителем, после чего они пригодны к использованию в течение 20—30 мин. Лаки пригодны для покрытия деревянных палуб, комингсов рубок и других деревянных частей судна.

Лак МЧ-26 готовится из расчета 95 вес. ч. лака и 5 вес. ч. отвердителя — 1 %-ного раствора соляной кислоты в воде. Сохнет в течение 6—12 ч. Для приготовления лака МЧ-52 93 вес. ч. его смешивают с 7 вес. ч. отвердителя — 3,5—4 %-ного раствора соляной кислоты.

Хорошими влагозащитными свойствами обладает эпоксидно-перхлорвиниловый лак, отвердителем для которого служит полиэтиленполиамин. Он может быть применен как водостойкое покрытие для стальных, деревянных и стеклопластиковых корпусов. В качестве лака часто используется разжиженная ацетоном эпоксидная смола, которая наносится на чистую деревянную поверхность (без предварительной пропитки олифой). Для создания защитной пленки на полированных металлических дельных вещах (обрамления иллюминаторов и т. п.) применяются светлые клеи БФ-2 и БФ-4, разжижаемые спиртом или денатуратом.

Особую группу составляют асфальто-битумные черные лаки. Лак «Кузбасс» — каменноугольный, состоит из пека, растворенного в смеси ароматических растворителей. Применяют его для окраски подводных частей и стальных и деревянных судов, а также внутренних поверхностей в трюмах.

Битумный лак № 177 состоит из сплава битумной смолы и растительных масел, растворенного в органических растворителях. С добавлением 8—12 % алюминиевой пудры ПАК-3 или ПАК-4 получают серебристую темную краску, пригодную для окраски стальных и деревянных судов.

Срок высыхания этих лаков — 24 ч. Для окраски корпусов пригодны также асфальто-битумные лаки № 35 и 350.

Лаки быстросышающие (1—3 ч) наносят распылением, медленносышающие (6—72 ч) — кистью, а мебельные — кистью на больших поверхностях и тампоном на малых. Густые или загустевшие лаки можно развести до нужной консистенции соответствующими растворителями, кроме лаков двухкомпонентных, где основа лака готовится в заводских условиях по строгой рецептуре и режиму. Для получения лаковой пленки достаточной прочности необходимо нанести не менее 3 тонких слоев (для наружных частей судна — 4—5 слоев) с обязательной полной просушкой каждого предыдущего слоя и очисткой его от пыли. Недопустимо выполнять лакировку во влажную погоду или под воздействием прямых лучей солнца.

Отбивка ватерлинии. На корпусе только что построенного судна наметить ватерлинию проще всего при помощи шлангового уровня (рис. 125). Установив

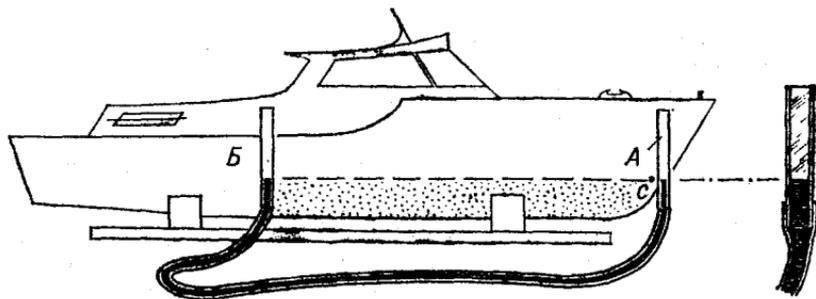


Рис. 125. Разметка ватерлинии по шланговому уровню.

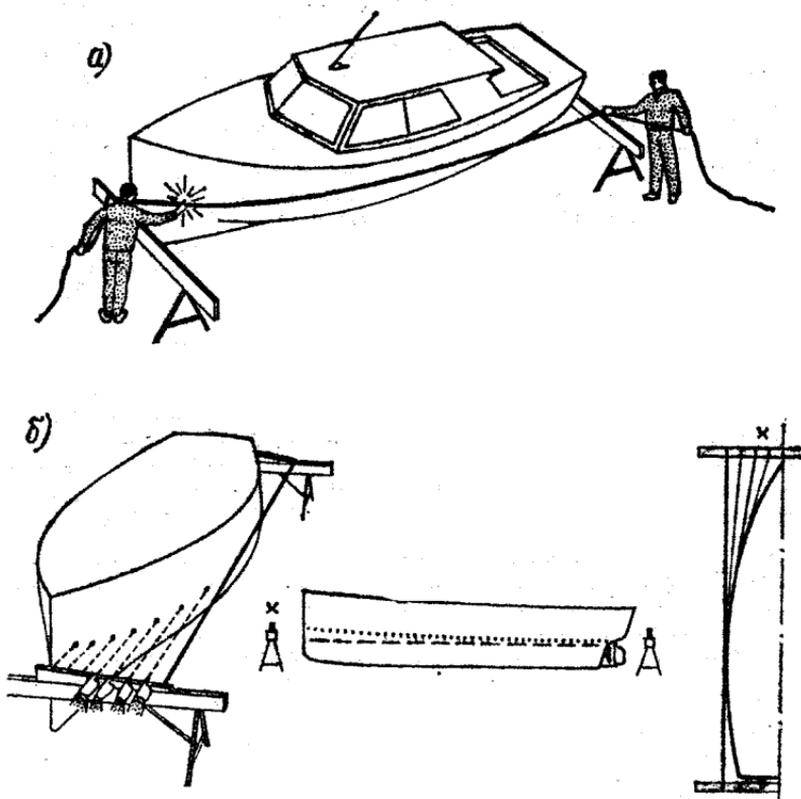


Рис. 126. Отбивка ватерлинии шнуром по козелкам.

судно без крена и на ровный киль (или с дифферентом, который оно должно получить на плаву), подводят одну трубку уровня *A* к начальной точке *C* на форштевне или миделе, намеченной соответственно заданной осадке. Затем по уровню жидкости в передвигаемой вдоль корпуса второй трубе *B* наносят на борт риски нижней горизонтальной линии. Точно по рискам ниже полученной линии наклеивают клейкую ленту или лейкопластырь. Вторую ленту наклеивают выше — соответственно ширине ватерлинии, которую предстоит нарисовать. Верхнюю кромку ватерлинии в носу и корме надо немного поднять, чтобы получить у судна, сидящего в воде, ватерлинию зрительно одинаковой ширины — учесть увеличивающийся в оконечностях развал бортов наружу.

Еще один способ отбивки ватерлинии, по которому, вероятно, и получил название этот процесс. У судна, стоящего на ровном киле и без крена, ставят в носу и корме козелки со строго горизонтальными верхними кромками, расположенными на уровне расчетной ватерлинии. Работу выполняют два человека. Намелив прочный шнур, они натягивают его с одного козелка до другого таким образом, чтобы он касался корпуса в средней части судна (рис. 126, а); затем один из работающих (а при большой длине судна — третий) оттягивает шнур за середину и отпускает его: на корпусе остается меловой след. Перемещая обе точки крепления шнура вдоль горизонтальных кромок козелков, постепенно намечают ватерлинию все дальше в нос и в корму.

Поднять верхнюю кромку ватерлинии у форштевня можно с помощью клина, закрепленного к носовому козелку высокой частью к ДП (рис. 126, б) уже после пробивки горизонтальной нижней кромки.

Глава 5

ОБОРУДОВАНИЕ И СНАРЯЖЕНИЕ СУДНА

§ 1. Оборудование открытых моторных лодок и катеров

Создавая то или иное судно, судостроитель-любитель учитывает свой опыт предыдущих плаваний на подобных судах, старается сделать планировку кокпита и оборудование лодки наиболее удобными, приспособленными к его индивидуальным требованиям и условиям использования будущего судна. При всем этом нельзя забывать элементарных требований эргономики — науки о приспособлении машины, судна, оборудования к человеку с тем, чтобы при эксплуатации изделия затрачивались бы минимальные физические и моральные усилия. Особенно это важно для прогулочно-туристского судна, основное назначение которого — обеспечить человеку приятный и полноценный отдых.

Требования эргономики учитываются при планировке кокпита и внутренних помещений, расположении дельных вещей и устройств. Наиболее важные размеры оборудования и его расстановка определяются в соответствии с размерами человека. При этом пользуются усредненными антропометрическими данными мужской части населения страны, которые являются практически постоянными. Если проект планировки и оборудования судна создавался с учетом усредненных размеров человека, то по крайней мере 90 % мужчин будут чувствовать себя на этом судне комфортно.

На рис. 127 представлены габариты среднего человека, имеющего рост 1,80 м, в различных положениях — стоя и сидя на сиденьях разной высоты.

При изготовлении и монтаже сидений рекомендуются следующие размеры. Ширина их должна быть не менее 0,45 м на 1 человека, кресла — 0,50 м. Стул, табурет, откидывающееся сиденье, не ограниченное чем-либо с боков, могут иметь ширину около 0,40 м. У штурвала, особенно на быстроходных глиссирующих катерах и моторных лодках нужно установить полукресло или мягкое сиденье шириной 0,50—0,60 м со спинкой высотой около 0,60 м. Сиденье должно иметь уклон назад, такой, чтобы передний его край был выше заднего примерно на 80 мм, а верхний край спинки отстоял от задней кромки его на 100—120 мм (рис. 128). Минимальная высота сидений на малых лодках и катерах составляет 0,20—0,25 м (нормальным размером считается 0,30—0,35 м). У сидений выше 0,5 м, например размещенных на рундуках, цистернах, приходится делать подножку.

Для открытых моторных лодок на три — четыре человека общепринято расположение сидений в два ряда. Первый ряд устанавливается сразу за носовой палубой (здесь же размещается водитель, если предусмотрено дистанционное управление мотором), второй — у кормовой переборки, отделяющей моторный отсек. Положительным свойством такого размещения является возможность управлять мотором не только дистанционно, но и с помощью румпеля, находясь на кормовом сиденье. И носовое, и кормовое сиденья могут быть выполнены в виде сплошных двухместных диванов, но и в этом случае, для удобства перемещения по лодке и доступа к мотору спинки желательно сделать раздельными и съемными или складными.

Удобные сиденья для небольшой моторной лодки могут быть сделаны из фанеры (рис. 129). Они легко превращаются в мягкие кресла: достаточно положить кусок поролона, обшитый павиномом, текстонином или другим отделочным материалом.

Определенными достоинствами обладает вариант планировки, при котором сиденья для четырех пассажиров расположены спинками друг к другу. Во-первых, благодаря удалению от мотора сидящие сзади пассажиры чувствуют себя

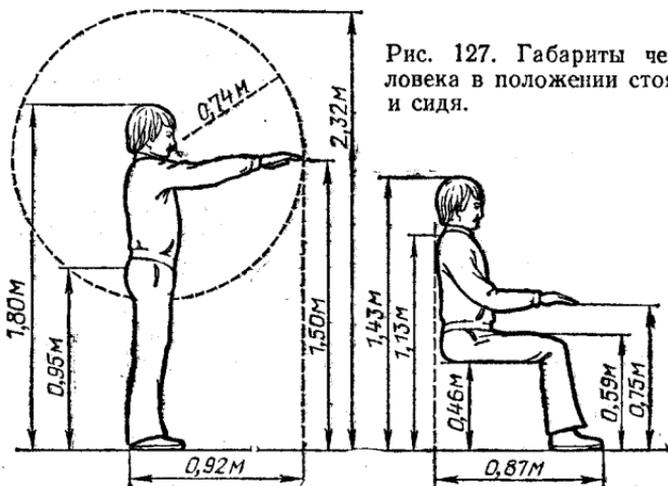


Рис. 127. Габариты человека в положении стоя и сидя.

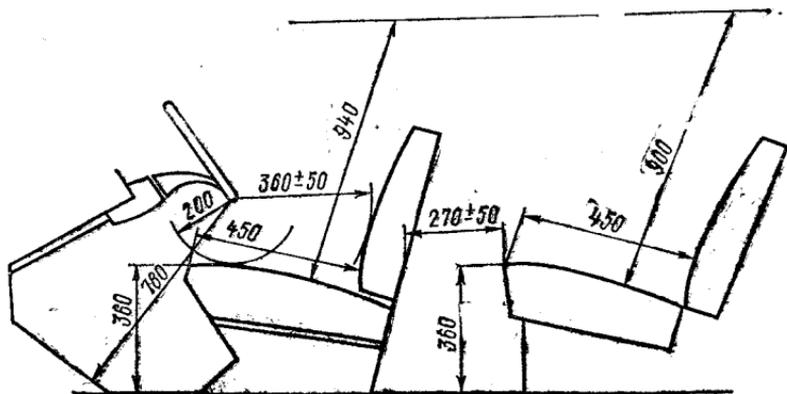
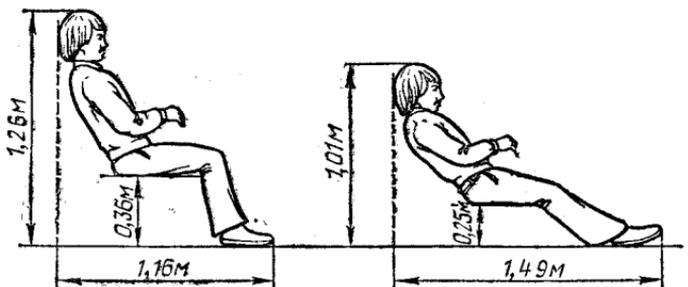


Рис. 128. Примерная схема расположения сидений в моторной лодке открытого типа,

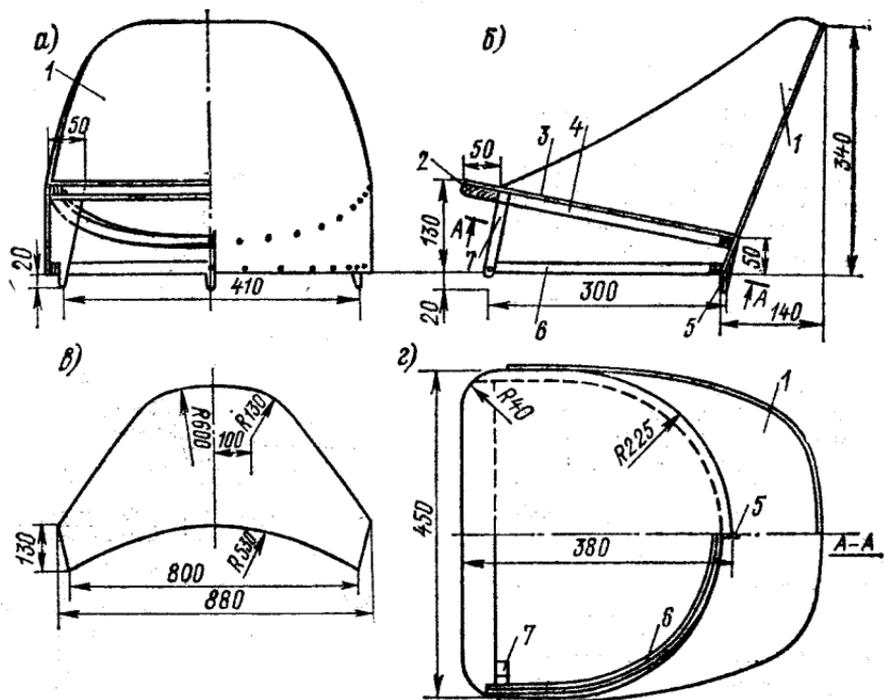


Рис. 129. Сиденье из фанеры для небольшой моторной лодки: а — вид спереди; б — вид сбоку; в — развёртка спинки; г — вид сверху.

1 — спинка; 2 — планка $15 \times 50 \times 450$; 3 — сиденье, $\delta = 6 \div 8$; 4 — рейка $5 \times 15 \times 1100$ (3 шт. — склеить вместе); 5 — стойка $20 \times 20 \times 80$ (дуб); 6 — рейка $5 \times 15 \times 950$ (3 шт. — склеить); 7 — стойка $15 \times 50 \times 150$ (дуб).

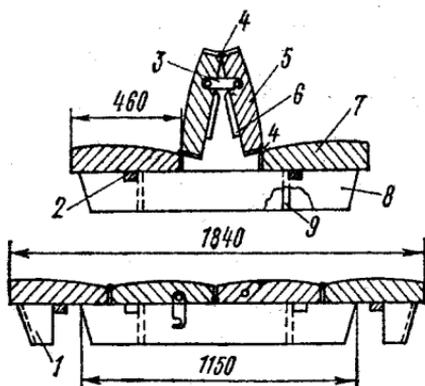


Рис. 130. Конструкция раскладного сиденья.

1 — стойка; 2 — стопорный брусок; 3 — крючок; 4 — петля; 5 — спинка; 6 — направляющий брусок; 7 — сиденье; 8 — основание сидений; 9 — поперечная связь.

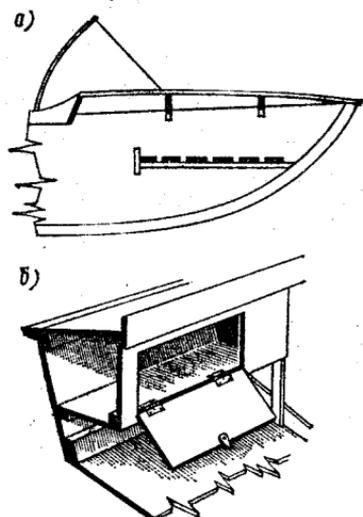
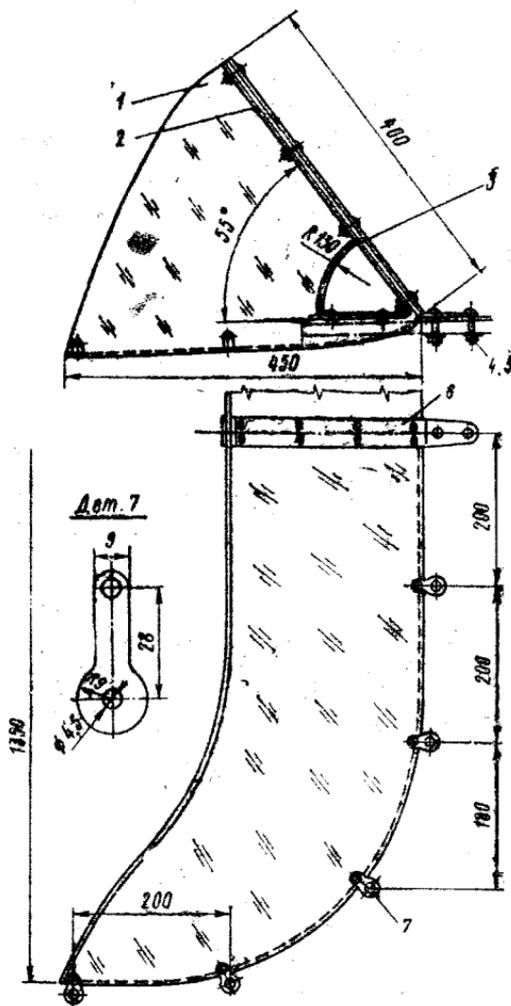


Рис. 131. Оборудование мест для размещения запасов и снаряжения: а — носовой багажник; б — бортовые ящички.

Рис. 132. Конструкция гнutoго ветрового стекла.

1 — стекло, $\delta = 6+8$; 2 — стойка из полосы $2,5 \times 36$ (нержавеющая сталь); 3 — распорка из прутка $\varnothing 6$; 4 — винт М4; 5 — гайка М4; 6 — накладка $2,5 \times 36$; 7 — планка крепления стекла к палубе (нержавеющая сталь $\delta = 1,5$).



более комфортно и могут разговаривать с сидящими впереди. Во-вторых, концентрация пассажиров в передней части кокпита позволяет сосредоточить в корме запасы горючего. И наконец, в-третьих, сиденья можно сделать раскладной конструкции и на ночь превращать в койки (рис. 130). Кроме того, разложив одно из сидений, можно разнообразить пребывание пассажиров в лодке во время длительного перехода, посадив их спинами к борту.

В раскладной конструкции спинки сидений 5 соединяют шарнирными петлями 4, так же как и с подушками 7 сидений. К нижней поверхности спинок и подушек прикреплены рейки 6, служащие направляющими, — они фиксируют сиденье между боковинами 8 основания. Поперечные рейки 2 входят в пазы основания сидений и стопорят их в собранном виде. Сиденья должны также иметь опорные стойки 1. Для раскладывания сиденья в койку освобождают крючки 3 и, приподняв подушки 7, растягивают их в нужное положение.

Если устанавливаются стационарные — нераскладные сиденья, то объемы под ними можно использовать для размещения снабжения лодки и походного снаряжения. Важно, чтобы сиденья были надежно закреплены к корпусу или пайолам, а содержимое рундуков под ними было защищено от воды.

Дополнительные сухие багажники можно оборудовать в корме и в носу под палубой (рис. 131). Для мелких предметов снабжения, посуды, сухой провизии удобны бортовые ниши или шкафчики, снабженные откидными крышками.

Пайолы предпочтительнее делать сплошными — из фанеры или из реек, покрытых линолеумом, так как через решетчатые слани в трюм попадает много грязи. Важно, чтобы кроме прочности, пайолы обладали еще одним необходимым качеством — легко вынимались для очистки трюма и откачки воды. Если масса лодки является критической для выхода на глиссирование, можно рекомендовать пайолы трехслойной (сэндвичевой) конструкции — из наружных слоев тонкой фанеры и заполнителя из пенопласта толщиной 15—20 мм.

На мотолодках запас горючего в стандартных бачках или канистрах чаще всего располагают в нише подвесного мотора или в специальном отсеке, отгороженном переборкой от кокпита. Если же судно рассчитывается на дальние плавания, требующие увеличенного запаса горючего, то желательно изготовить

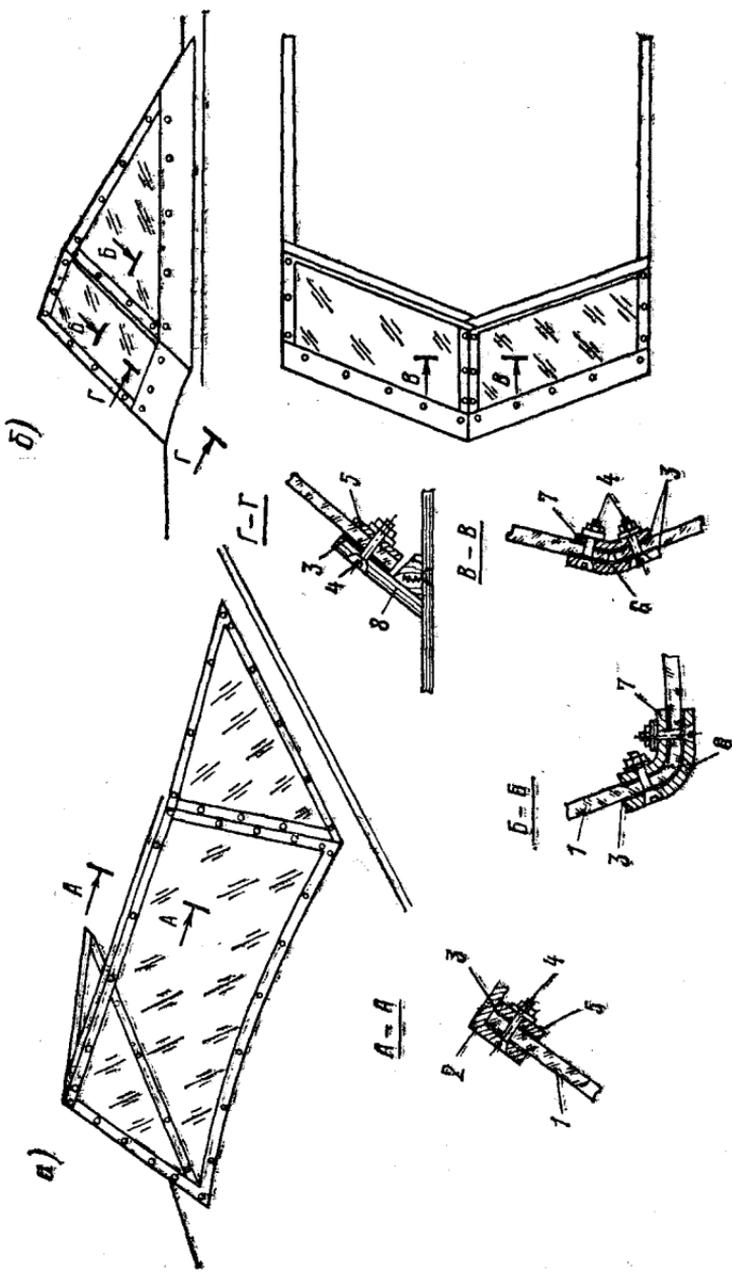


Рис. 183. Конструкция ветровых стекол из плоских элементов: а — плоское стекло; б — стекло, поставленное углом на козырьке.
 1 — стекло, б = 5 + 6; 2 — угольник 1,5 × 15 × 15 (древаль); 3 — прокладка (резина, б = 1,5); 4 — винт М4 × 18; 5 — подкоса 20 × 2 (древаль); 6 — подкоса 40 × 2; 7 — прокоса 30 × 2; 8 — козырек (фанера).

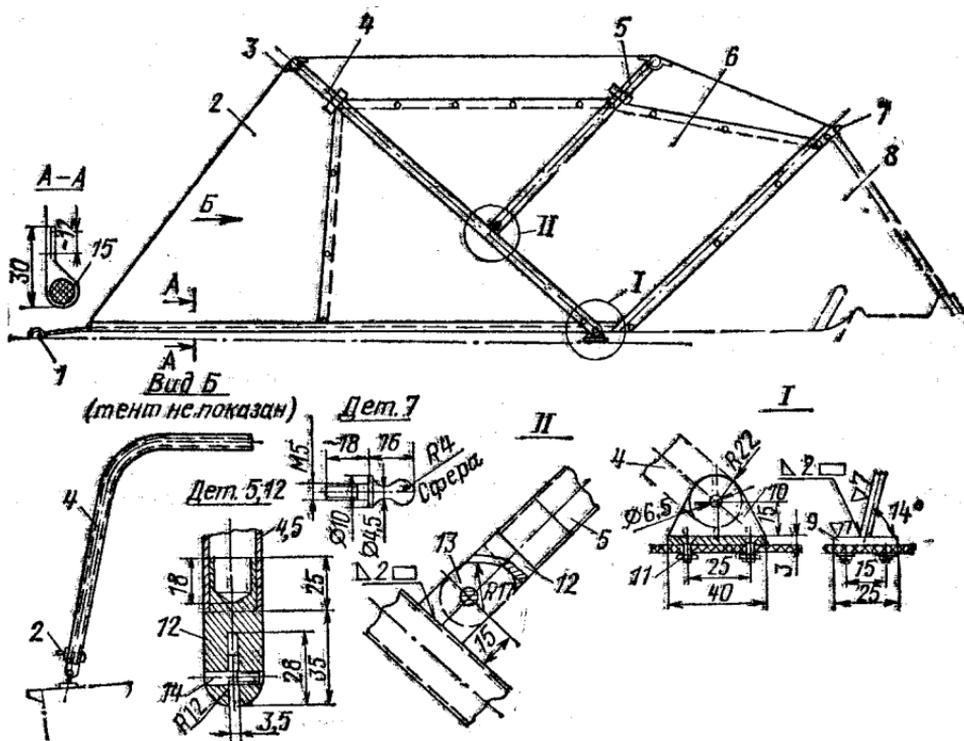


Рис. 134. Тент для моторной лодки.

1 — скоба; 2 — основной тент; 3 — петля крепления тента к дуге; 4 — дуга основная 22×2 ; 5 — носовая дуга 22×2 (дюраль); 6 — отстегивающиеся боковины; 7 — штырек М5 через 250 мм; 8 — ветровое стекло; 9 — основание (сталь 1Х18Н9Т); 10 — обушок ($\delta = 3$, приварить к основанию); 11 — винт М5; 12 — наконечник; 13 — планка; 14 — винт; 15 — амортизационный шнур.

стационарный бензоба́к, который можно установить по бортам ближе к миделю или под пайолами кокпита, если лодка имеет обводы типа «глубокое V». Горловины для заполнения стационарных баков должны быть выведены на палубу, чтобы при заправке бензина не попадал в кокпит.

Для защиты водителя и пассажиров от ветра и брызг перед кокпитом устанавливают ветровое стекло из плексигласа. Толстый плексиглас (органическое стекло) можно ставить без окантовки (рис. 132). Стекло, изображенное на этом рисунке, собрано из двух частей. Соединение выполнено на центральной стойке. Форма ветрового стекла задается шаблоном из фанеры, который подгоняется по месту с желаемыми очертаниями и изгибом. Органическое стекло опиливают по контуру обычной драчевой пилой и простраивают рубанком. Участки стекла, которые нужно гнуть, разогревают в горячей воде ($t = 70 \div 90^\circ \text{C}$) и изгибают по цилиндрической оправке. Установив центральную стойку с требуемым наклоном и приложив к ней стекло, причерчивают его нижнюю кромку к палубе и простраивают ее до плотного прилегания. При окончательном монтаже под стекло неплохо подложить тонкую резину.

Высоту стекла желательно подобрать таким образом, чтобы водитель смотрел не сквозь, а поверх него. Особенно следует избегать самого худшего варианта, когда верхняя кромка стекла оказывается точно на уровне глаз (примерно 700—750 мм от уровня сиденья).

Стекло может быть выполнено из плоских элементов (рис. 133) с обрамлением из дюралевого или латунного угольника размером $2 \times 20 \times 20$ мм, который можно согнуть из полосы.

Непрерывной деталью оборудования открытых катеров и мотолодок является съемный складной тент (рис. 134). Размеры дуг и положение обушков выбираются так, чтобы тент можно было откинуть к кормовому обрезу кокпита или, наоборот, в нос, положив его на палубу перед стеклом. Разумеется, нужно выдержать и достаточную высоту тента над сиденьями.

Для тента можно использовать любой тонкий брезент, прорезиненную ткань, лавсан и т. п. В крайнем случае, годится любой тонкий прочный материал, если его пропитать специальным составом. В 10 л неэтилированного бензина А-72 растворяются 300 г предварительно расплавленного стеарина или парафина и 100 г глицерина. Ткань погружают в раствор, выдерживают до полной пропитки, затем сушат на воздухе. Пропитанная таким образом ткань сохраняет свои водонепроницаемые свойства, если после намокания ее просушивать; на зиму тент надо снимать с лодки и периодически возобновлять пропитку водоотталкивающим раствором.

При шитье тента рекомендуется придерживаться следующей технологии.

Установив дуги тента на место, их связывают шнуром в рабочем положении, сверху накладывают ткань: сначала среднюю часть тента, затем боковины. С помощью булавок и временной прихватки нитками добиваются того, чтобы ткань облегла дуги плотно и без морщин. Мелом делают пометки для подкроя, наносят через 300—400 мм по всем швам поперечные риски, за совмещением которых следят при шитье. По всем кромкам делают припуск на подгиб ткани, а также учитывают, что после намокания тент сядет примерно на 4 см на каждый метр длины. В передней кромке тента делают люверсы (см. стр. 246) для штырьков на ветровом стекле; в нижнюю кромку пропускают амортизационный резиновый шнур, плотно обтягивающий тент по комингсу. Полотнище прикрепляют к дугам с помощью лямок.

Можно сделать отстегивающиеся (на кнопках) боковины (тогда получится тент от солнца), а в задней стенке сделать окно с откидывающимся пологом для удобства обслуживания подвесного мотора. Описанная принципиальная конструкция тента годится для всех лодок и катеров. При значительной длине кокпита потребуется лишь установить дополнительную дугу, чтобы избежать провисания полотнища.

§ 2. Оборудование каютных катеров и моторных лодок

Чем меньше размерения катера или мотолодки, тем сложнее оборудовать на судне удобную каюту. Прежде всего — высокая рубка вносит дисгармонию в облик судна, повышает его парусность и центр тяжести, что приводит к ухудшению остойчивости и управляемости. Поэтому на судах длиной до 6 м можно говорить, скорее, о рубке-убежище, чем о каюте. Минимальной высоты в каюте 1,20—1,25 м оказывается достаточно, чтобы сидеть, не сгибая головы (правда, на очень низком сиденье). Над сиденьем должно быть свободное пространство высотой не менее 900 мм (рис. 135).

Если сиденье используется в качестве койки, то его длина должна быть $1,80 \div 1,85$ м, ширина — $0,60 \div 0,65$ м. Ширину койки допускается уменьшать до $0,50—0,55$ м, но при этом длину ее рекомендуется увеличивать на $50—100$ мм. Койки на небольших катерах, особенно в носовой каюте, приходится делать переменной ширины. Полную ширину койки желательно сохранить на уровне плеч и бедер спящего человека, т. е. примерно на половине ее длины. К изголовью койку можно сделать на $50—80$ мм уже, чем на уровне плеч, а у ног достаточно ширина всего $0,30—0,35$ м. Минимальная ширина двуспальных коек $0,95—1,0$ м. В носовой каюте целесообразно расположить койки повыше, там, где корпус катера шире.

Свободная высота над койками, так же как и расстояние между двухъярусными койками, не может быть меньше $0,60—0,70$ м, только в ногах ее можно снизить до $0,35—0,40$ м (рис. 136).

Кроме стационарных, на катерах могут применяться различного рода подвесные и складные койки. Двухъярусные койки можно разместить в каю-

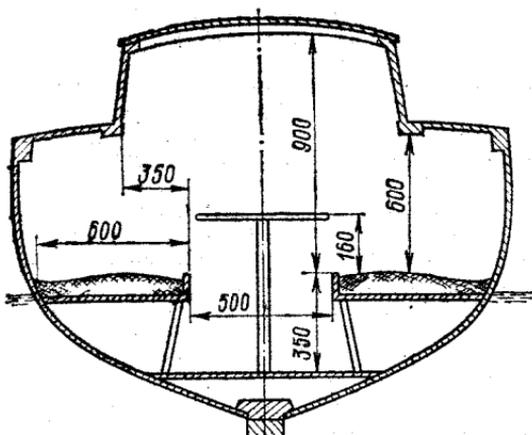


Рис. 135. Минимальные размеры элементов планировки каютного катера.

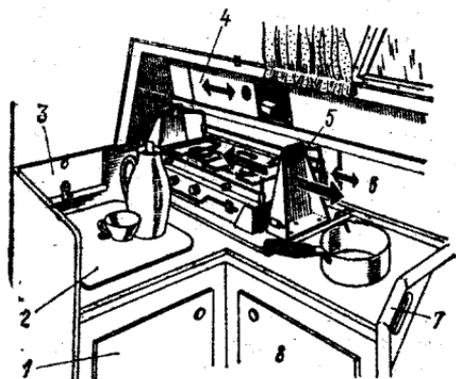


Рис. 137. Оборудование камбуза в каюте катера или яхты.

1 — место для мусорного ведра; 2 — раковина, накрытая крышкой; 3 — шкафчик для моющих средств и приспособлений; 4 — полка для посуды; 5 — плитка; 6 — разделочный столик; 7 — поручень; 8 — шкаф раскладной провизии.

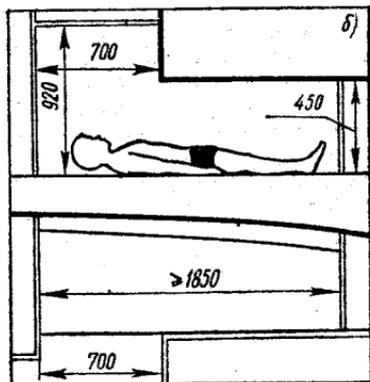
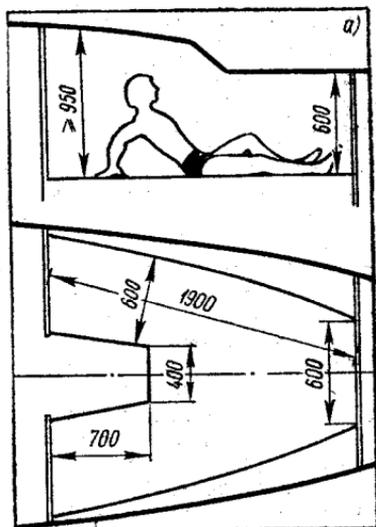


Рис. 136. Размеры коек в носовой каюте (а) и в «гробах» у кокпита (б).

те, имеющей высоту у борта не менее 1,50 м. Эта величина получается как сумма минимальных высот нижней койки (0,20 м), расстояния между койками (0,70 м) и высоты от верхней койки до бимсов крыши каюты (0,60 м).

От удобства расположения и объема шкафов зависит успешное размещение туристского снаряжения и продовольствия на судне.

Для судна, на котором плавают в основном 4 туриста, желательно иметь шкаф шириной 250—350 мм, глубиной 450—500 мм и высотой 1000—1250 мм. Он предназначен для верхней одежды. Спортивные костюмы и штормовую одежду можно хранить в другом шкафу шириной 500—600 мм, глубиной до 500 мм и высотой 750 мм.

Для размещения продовольствия на период плавания используются ниши под стационарными койками, креслами и т. д. А для мелких вещей и туалетных принадлежностей членов экипажа — ящики и полки, размещенные там, где удобно.

Шафы и ящики для инструмента и запасных частей, а также для ремонтных материалов должны состоять из нескольких, различных по размеру, но небольших отделений, удобных для пользования и чистки.

Лучшим вариантом камбуза на туристском судне является газовый двухконфорочный таганок, установленный на кардане. Он размещается на столике размером 500×300 мм. Рядом желательно иметь столик с размерами 400×350 мм для приготовления пищи, шкафчики для посуды и столовых приборов, а также полки для стаканов и кастрюль (рис. 137).

Пропан-бутан тяжелее воздуха; он оказывает отравляющее действие на организм человека, а смесь его с воздухом в определенной пропорции взрывоопасна. Поэтому к использованию газа на борту малого судна надо относиться с осторожностью. Лучше всего смонтировать таганок в открытой рулевой рубке или — при малом объеме каюты — в одном из рундуков под сиденьями в кокпите. В каюте камбуз располагать нужно близ входа — в хорошо вентилируемом месте, с притоком воздуха и вытяжкой его из верхней и нижней зон. Хорошо, если в крыше рубки имеется сдвижной люк, который можно открыть на время работы плиты.

Баллоны с газом должны устанавливаться в вертикальном положении, желательно в помещении, изолированном от жилых кают, в кокпите или на палубе. Дно помещения для баллонов должно располагаться выше ватерлинии и иметь сточный шпигат, выведенный за борт. Отсек для баллонов должен хорошо вентилироваться.

Газовые баллоны снабжаются редукционными клапанами для понижения давления до 0,05 атм. Трубопровод, соединяющий баллон с плитой, выполняется из медных труб или дюритового шланга с минимальным количеством соединений и с запорным краном перед плитой.

Типовая конструкция оборудования каюты показана на рис. 138. Монтаж его начинают с закрепления на бортах и наборе корпуса опорных брусков и реек для переборок шкафов, коек, пайолов. При этом необходимо позаботиться, чтобы любой участок обшивки корпуса был легко доступен для осмотра и ремонта, хорошо вентилировался. Следует избегать глухой зашивки, за которой часто развивается плесень и гниль, а на металлических корпусах — коррозия.

Если позволяет ширина катера, лучше отказаться от традиционного симметричного расположения диванов, и оборудовать уютный обеденный уголок (рис. 138, в и 139). Площадь, занятая в дневные часы столом, полностью реализуется и для ночлега: крышка стола опускается на один уровень с диванами, на нее укладываются мягкие спинки и получается удобная двупспальная койка.

Стол во всех случаях рекомендуется делать съёмным или со складной крышкой, чтобы он не загромождал прохода в каюте.

Шкафчики, полочки, ящики на судне должны иметь столпора, предотвращающие открывание их дверок и выпадание содержимого при крене (рис. 140).

Койку, особенно на яхте, полезно оградить закладной доской (рис. 141), чтобы человек при крене судна не скатился с нее на пол.

Типичная планировка кокпита каютного катера с двигателем в корме показана на рис. 142. Пространство под сиденьями здесь используется для хранения различных запасов и снабжения. Под сиденьем рулевого, например, можно устроить вместительный ящик 3 для спасательных принадлежностей; под кормовым сиденьем 7 — рундук 5 для швартовых концов; в нишах 4, между бортом и зашивкой, — полки для инструмента, сигнальных средств и т. п. В кокпите обычно оборудуются и камбуз. Его, например, можно разместить, как показано на рис. 142, б, под передним сиденьем. Достаточно откинуть сиденье 8 назад, чтобы привести в готовность плитку 9 и раковину 10. Шкафчик 11 под сиденьем можно использовать для хранения ветоши, щеток, мыла, а воду из мойки отвести по трубе за борт. В хорошую погоду кокипит может служить и столовой, поэтому не повредит здесь небольшой откидной столик 14.

На катере с закрытой каютой большое значение имеет вентиляция помещений: свежий воздух необходим не только для пассажиров, но и для предотвращения гниения корпуса. Нельзя поэтому оставлять глухих закоулков под койками, под пайолами, в носу или за внутренней декоративной обшивкой. Во всех шкафах и ящиках нужно предусматривать вентиляционные отверстия

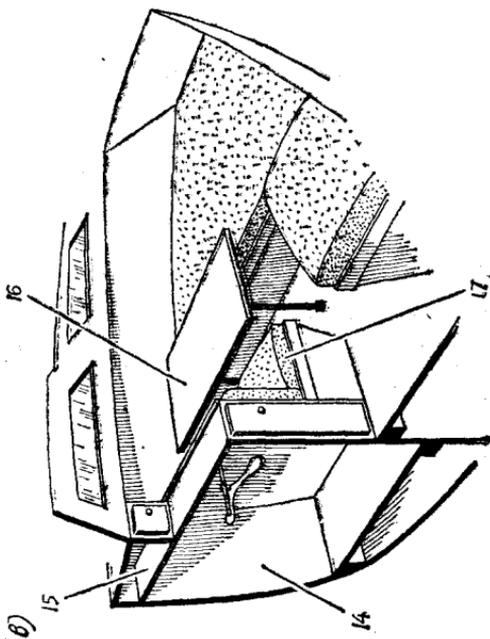
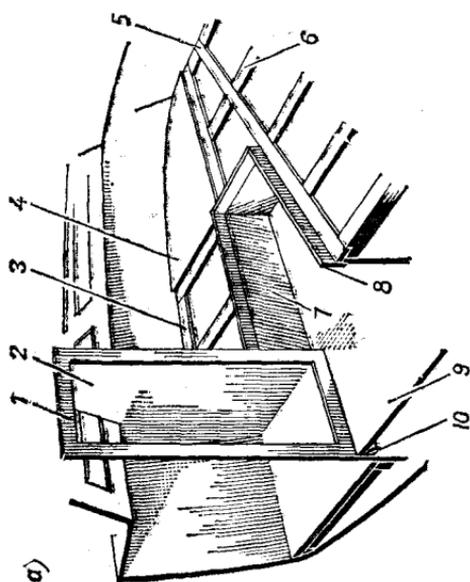
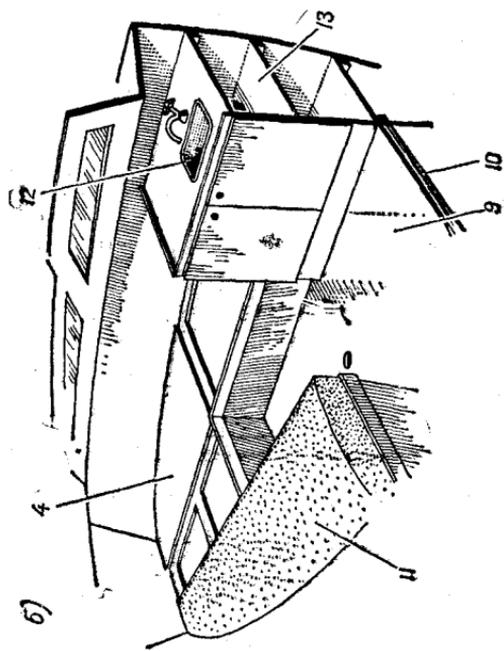


Рис. 138. Оборудование каюты: а — вид на левый борт; б — вид на правый борт; в — вариант несимметричной планировки.

1 — обвязка платяного шкафа; 2 — переборка шкафа; 3 — опорная рейка койки, закрепленная на борту; 4 — настил койки (фанера); 5 — продольная рейка койки; 6 — поперечная рейка койки; 7 — стенка рундука под койкой; 8 — декоративная планка, удерживающая матрац; 9 — навол; 10 — опорная рейка палубы; 11 — матрац; 12 — раковина; 13 — полочка в шкафу; 14 — увеличенный по глубине шкаф; 15 — полка для посуды; 16 — стол; 17 — поперечный диван со спинкой.

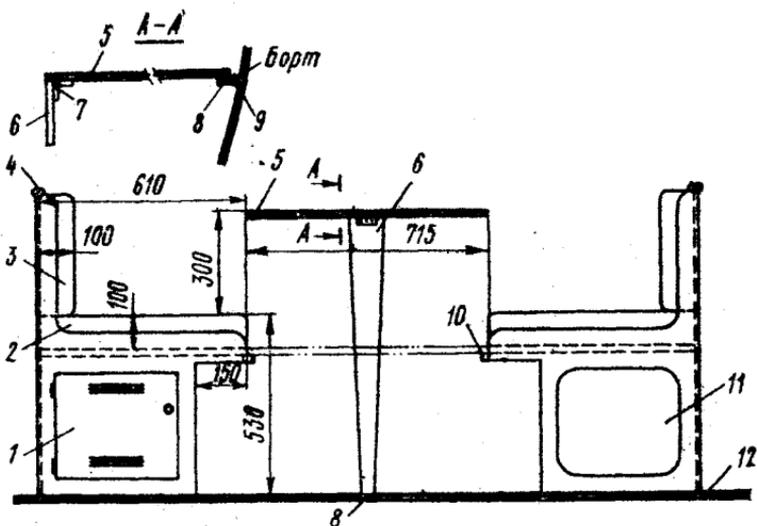


Рис. 139. Обеденный уголок.

1 — дверца рундука под диваном; 2 — подушка дивана; 3 — мягкая спинка; 4 — декоративная отделка; 5 — стол; 6 — стойка стола; 7 — петля; 8 — штырек; 9 — опорный брусок стола, закрепленный на борту; 10 — опорный брусок для стола, укладываемого на диваны; 11 — открытый рундук; 12 — пайол.

вверху и внизу для свободной циркуляции воздуха, так же как и в высоких флорах или в пайолах.

Свежий воздух в каюту может поступать через открытые окна, люки и двери. В ряде случаев бывает необходимо установить специальные палубные вентиляционные головки (рис. 143).

Палубные вентиляторы должны быть снабжены устройствами, предотвращающими проникновение внутрь судна водяных брызг вместе с воздухом, или же надежными закрытиями. В вентиляторе типа «Дорадо» вода отделяется от воздуха в палубной коробке 2, где скорость воздуха снижается, и сливается

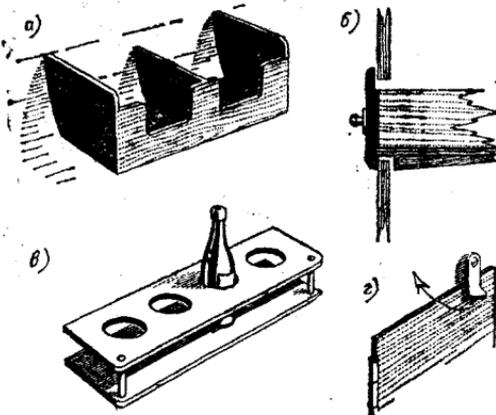


Рис. 140. Детали оборудования каюты: а — полка для посуду; б — стопор для выдвижного ящика; в — полочка для бутылок и стаканов; г — стопор для двери шкафа.

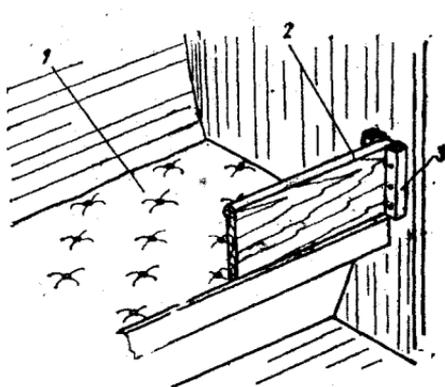


Рис. 141. Закладная доска для койки.

1 — койка; 2 — закладная доска; 3 — брусокочки на переборке.

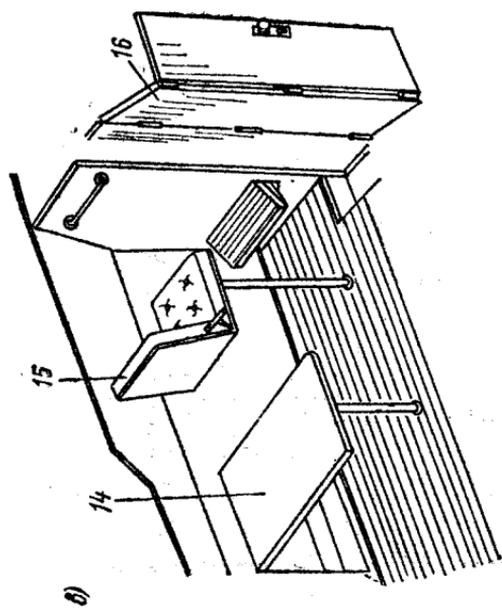
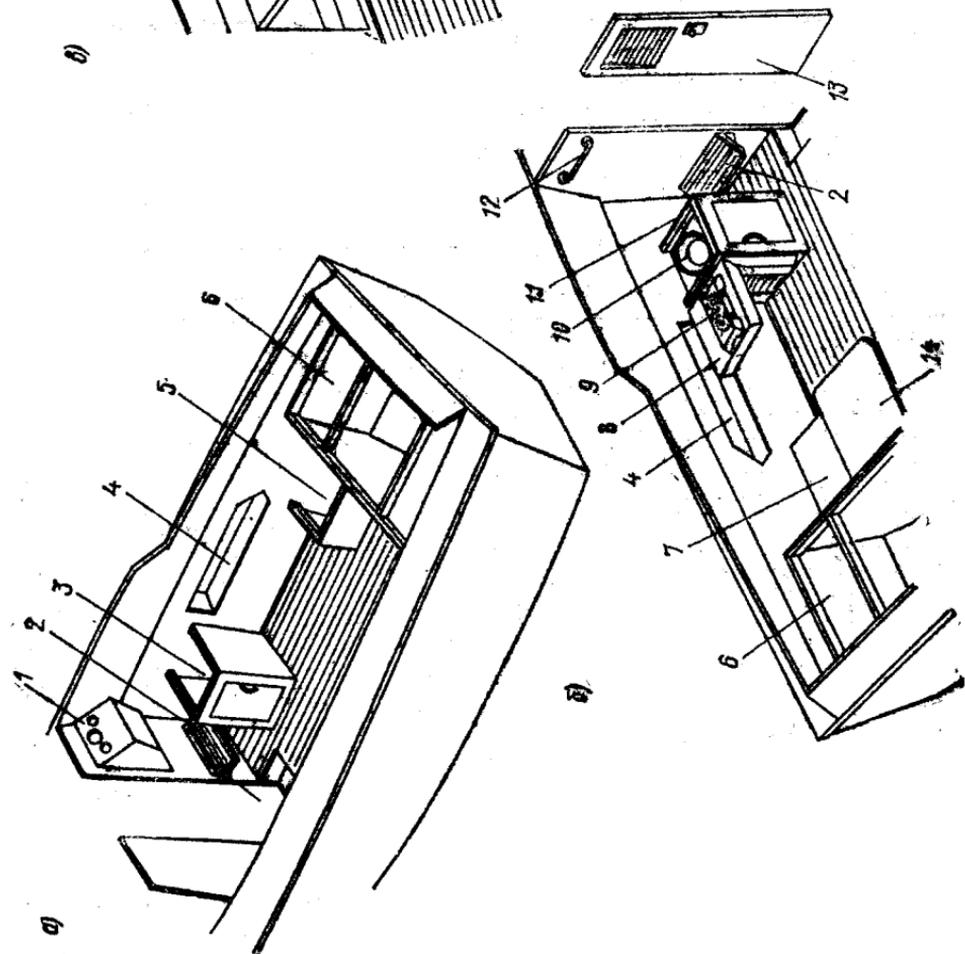


Рис. 142. Оборудование кокпита: а — правый борт со стороны поста управления; б — камбуз, совмещенный с местом пассажира; в — складной столик и сиденье пассажира.

1 — пульт управления; 2 — подложка; 3 — ящик под сиденьем водителя; 4 — бортовая ниша; 5 — рундук для швартовых концов под кормовым сиденьем; 6 — моторный отсек; 7 — кормовое сиденье; 8 — откидное сиденье; 9 — плита; 10 — раковина; 11 — шкафчик; 12 — поручень; 13 — дверь в каюту; 14 — столик; 15 — складное сиденье; 16 — двустворчатая дверь.



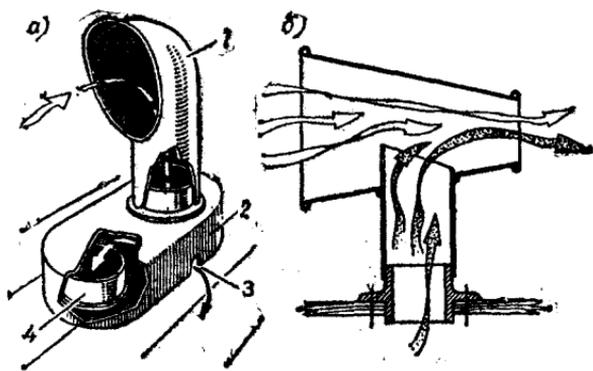


Рис. 143. Вентилятор типа «Дорадо» (а) и головка эжекционного вентилятора (б).

баков. Воздух из этих помещений не должен попадать в кокпит или в каюту. Воздухозаборники лучше расположить по бортам таким образом, чтобы шум из моторного отсека не распространялся в сторону кокпита.

Даже летом не на всех широтах нашей страны бывает тепло настолько, чтобы можно было обойтись без отопления каюты. Если судно оборудовано камельком, то плавание на нем возможно и осенью. С установкой камелька, кроме того, решается и вопрос сушки вещей — немаловажный фактор в период дождей.

Специально для установки на малых судах архангельский судоремзавод «Красная кузница» выпускал малогабаритный камелек, снабженный одной конфоркой для приготовления пищи. Стенки этого камелька (рис. 145) сделаны двойными; в пространство между ними через два резьбовых отверстия с заглушками засыпается сухой речной песок, который позволяет дольше сохранять тепло. Топка снабжена отбойным щитком, который перекрывает прямой выход в дымоход и исключает возможность затягивания пламени в трубу. В нижней части имеется зольник, выдвигаемый который можно регулировать поступление воздуха и тягу. Дверца топки снабжена экраном, предохраняющим переднюю стенку от перегрева. Топливом для камелька служат дрова, щепки, сушняк и т. п. Лучше всего разместить камелек у выхода в кокпит и надежно изолировать от деревянных конструкций корпуса. Для этого к переборкам и к борту крепятся изоляционные щиты из асбестовых листов толщиной 2—3 мм, облицованные снаружи жестью. Желательно между щитом и переборкой оставить воздушную прослойку в 25—30 мм. Необходимо надежно изолировать и проход дымовой

на палубу через отверстие 3. В каюту воздух поступает через трубу 4, выступающий край которой преграждает путь воде.

Для вытяжки воздуха из помещения служат эжекционные вентиляторы (рис. 143, б) или менее эффективные, но зато имеющие малые габариты вентиляционные головки различных типов (рис. 144).

При монтаже двигателя надо продумать возможность тщательной вентиляции моторного отсека, мест установки аккумуляторных батарей, топливных

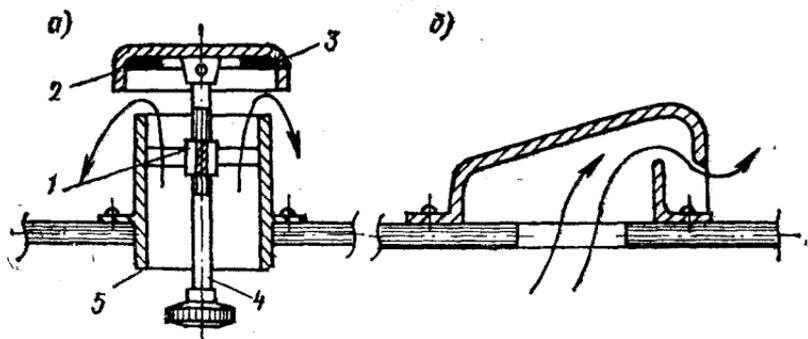


Рис. 144. Два типа вытяжных вентиляционных головок: а — с закручивающейся крышкой; б — с брызгоотбойником.

1 — гайка; 2 — крышка; 3 — прокладка; 4 — винт; 5 — труба.

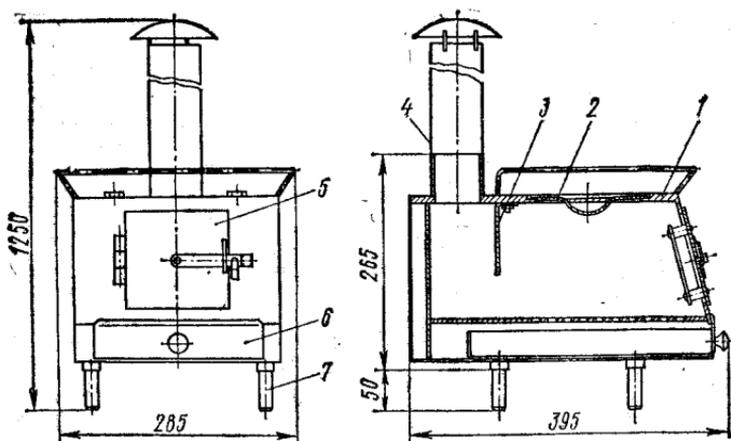


Рис. 145. Катерный камелек.

1 — сварной корпус; 2 — съемная конфорка; 3 — отбойный щиток; 4 — дымоотводная труба; 5 — топочная дверца; 6 — зольник; 7 — ножка;

трубы через крышку рубки. На верхний конец трубы надевается ветроотбойный колпак.

Дрова, нарубленные по размеру топки, можно хранить в рундуке кокпита или в ахтерпике; уголь, расфасованный для разового употребления в брикеты, удобно хранить в целлофановых пакетах. Иногда для угля делают обитые жестью ящики, располагаемые под настилом трюма.

При топке камелька полезно подогреть на нем какую-либо емкость с водой, которая служит накопителем тепла, отдающим его затем длительное время. Сохранение тепла в каюте зависит от коэффициента теплопередачи корпуса и надстроек, который уменьшается с применением теплоизоляции, уменьшением площади иллюминаторов, уплотнением дверей и люков. Жителям северных областей рекомендуется заняться этим вопросом специально и, в первую очередь, предусмотреть теплоизоляцию надводной части корпуса и каюты, подволока и т. п., особенно на металлических и фанерных корпусах.

Каюту небольшой моторной лодки можно отапливать с помощью обычного туристского примуса. Полезно для этой цели иметь на лодке глиняный цветочный горшочек. Прокинув горшочек над горелкой, можно значительно ускорить подогрев воздуха в каюте за счет лучшего использования тепла, выделяемого пламенем.

Несколько слов об устройстве туалета. Установить унитаз на катере или яхте практически возможно только на уровне ватерлинии, что вызывает необходимость применения откачивающих устройств и насоса, подающего забортную воду на смывку. В современных конструкциях используются надежные диафрагменные насосы, причем обе операции выполняются одной рукояткой (рис. 146). На небольших катерах и яхтах часто пользуются более простым устройством — выносным ведром с герметично закрываемой крышкой, которое устанавливается в специальной выгородке или в форпике. Помещение туалета должно иметь размеры в плане не менее 600×650 (глубина) мм; перед умывальником с минимальными размерами 200×300 мм должно быть пространство не менее 500 мм. При наличии унитаза с прокачкой в него отводится и сток из умывальника.

Минимальная ширина всех проходов на катере должна составлять 500 мм; верхний комингс дверей (или бимс) должен иметь по возможности минимальную высоту.

Если делается трап, то его ступеньки должны иметь ширину не менее 250, а глубину 200 мм; расстояние между ступеньками не должно превышать 300 мм.

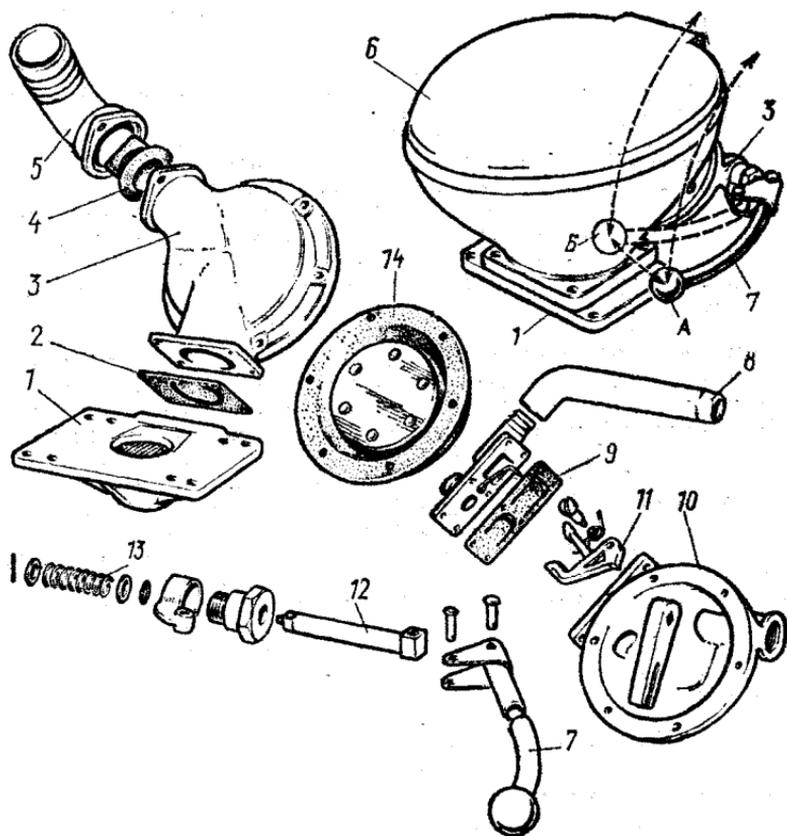


Рис. 146. Устройство яхтенного унитаза типа SL-400.

А — положение рукоятки, при котором клапан забортной воды 9 закрыт и производится удаление фекалий за борт через верхнюю камеру помпы 3. Б — положение рукоятки, когда рычаг 11 открывает клапан забортной воды 9, которая поступает в нижнюю камеру помпы 10 и идет на промывку унитаза.

1 — основание с фланцем для крепления помпы; 2 — пластинчатый клапан; 3 — верхняя часть (камера) помпы; 4 — невозвратный клапан; 5 — выпускной забортный патрубок; 6 — унитаз; 7 — рукоятка помпы; 8 — патрубок забортной воды; 9 — пластина клапанов; 10 — нижняя камера помпы; 11 — рычаг, открывающий клапан забортной воды; 12 — шток; 13 — возвратная пружина штока; 14 — диафрагма помпы.

Вопрос о том, где размещать пост управления — внутри каюты или в кокпите, решается обычно в пользу второго варианта. В отличие от водителя автомобиля, внимание которого сосредоточено на узком участке дороги, водитель катера должен иметь широкий обзор во все стороны, чтобы следить за волной, берегом и проходящими судами.

На катере с высокой рубкой, если управление вынесено в кокпит, для водителя должно быть установлено высокое, лучше всего складное сиденье — часто оказывается удобнее управлять катером стоя, чтобы иметь лучший обзор по обоим бортам и по курсу катера.

Если водитель располагается в рулевой рубке, необходимо лобовое стекло перед ним сделать открывающимся, чтобы оно не создавало помех в дождь, ночью и в других обстоятельствах. Над местом водителя желательно сделать открывающийся люк, для того чтобы он мог управлять катером стоя при шлюзовании, проходе узкостей и в плохую видимость.

§ 3. Устройства и детали веси

Рулевое устройство. На лодке со стационарным двигателем рулевое устройство состоит из пера руля с баллером, гельмпортной трубы, рулевого сектора или румпеля, штуртросовой проводки с направляющими блоками и рулевого колеса (штурвала) (рис. 147). На тихоходных лодках руль может быть сделан пластинчатого типа — вырезан из листа металла толщиной 4—8 мм и закреплен к баллеру посредством болтов или на сварке. Всегда желательно, чтобы баллер имел опору в подпятнике — на шпоре кронштейна гребного вала или ахтерштевня; это обеспечивает лучшую защиту винта и руля от повреждений, разгружает подшипники гельмпорта, исключает посадку рулем на якорные канаты других судов.

На быстроходных глиссирующих лодках для снижения сопротивления руля и повышения его эффективности целесообразно делать перо обтекаемого профиля — сварным, из двух тонких металлических листов, огибающих баллер.

Назначением гельмпорта, помимо создания опор для баллера руля, является обеспечение водонепроницаемого прохода баллера через днище катера. Он выполняется в виде трубы, снабженной на нижнем конце фланцем для крепления к киллю, а на верхнем — сальником с поджимной гайкой. Без сальника можно обойтись, если труба будет выведена достаточно высоко над ватерлинией. В противном случае при плавании на волнении и дифференте катера на корму возможно попадание воды в корпус, если даже верхний срез гельмпорта находится на уровне 200—300 мм над КВЛ. В трубу гельмпорта запрессовывают пару бронзовых втулок, служащих подшипниками баллера.

В нижней части баллера (на малых катерах он имеет диаметр 16—28 мм) обычно делают продольный пропил для пластинчатого пера руля или же к ней приваривают поперечные ребра для профилированного руля. На верхнем конце баллера делают квадрат или иное устройство (штифт, шпонка) для закрепления румпеля или сектора.

Румпель, который делается обычно из стальной полосы толщиной 6—10 мм, проще в изготовлении, но для сохранения постоянного натяжения обеих ветвей штуртроса в нем необходимо делать продольный паз для скользящей траверзы, к которой крепятся штуртросы (рис. 148, а). Рулевой сектор (рис. 148, б) обеспечивает постоянство плеча вращающего момента на руле, а также неизменное натяжение штуртроса. Важно, чтобы центральный угол сектора был не менее двух максимальных углов перекладки руля — во избежание переломов штуртроса.

Сектор удобнее при размещении баллера внутри корпуса; румпель — при навесной конструкции руля, когда баллер крепится на рулевых петлях снаружи

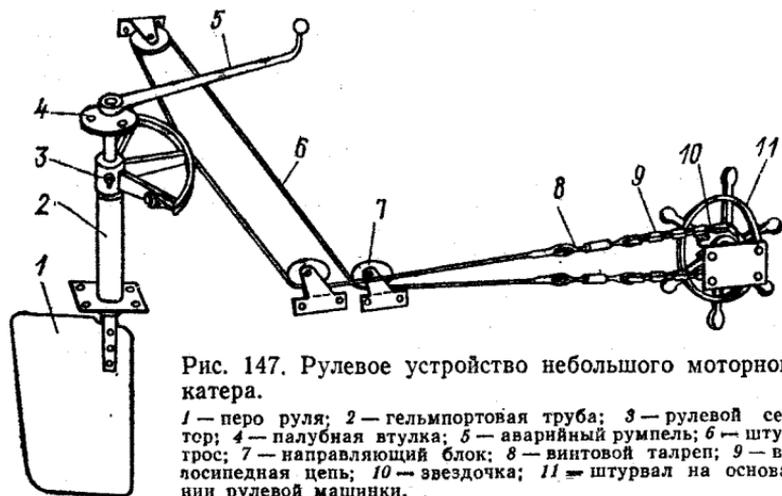


Рис. 147. Рулевое устройство небольшого моторного катера.

1 — перо руля; 2 — гельмпортная труба; 3 — рулевой сектор; 4 — палубная втулка; 5 — аварийный румпель; 6 — штуртрос; 7 — направляющий блок; 8 — винтовой талреп; 9 — велосипедная цепь; 10 — звездочка; 11 — штурвал на основании рулевой машинки.

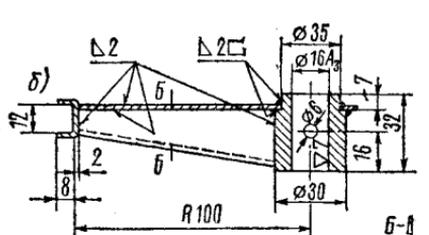
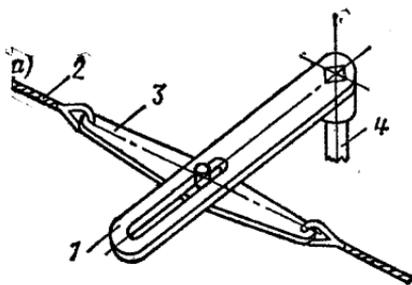


Рис. 148. Румпель (а) и рулевой сектор (б).

1 — румпель; 2 — штуртрос; 3 — траверза; 4 — баллер.

гранца, а румпель пропускают в прорез в транце. На случай обрыва штуртроса рекомендуется предусмотреть использование аварийного румпеля, для чего конец баллера иногда выводится на палубу.

Для штуртросов применяют стальной гибкий тросик диаметром 2,5—3,0 мм, имеющий разрывную нагрузку не менее 400 кгс. В зависимости от конструкции и диаметра троса следует подбирать диаметры шкивов направляющих блоков (см. стр. 240). Желательно, чтобы диаметр шкива, измеренный по желобку, составлял не менее 16 диаметров троса. Блоки необходимо применять самоустанавливающейся конструкции (рис. 149), которые всегда располагаются в плоскости, составленной обеими ветвями штуртроса; в таких блоках трос не заедает, если он имеет достаточное натяжение. В каждую ветвь штуртроса необходимо включать по винтовой стяжке — талрепу, законтренному против самопроизвольного отвинчивания.

Одним концом штуртросы крепятся к сектору, другим — к барабану рулевой колонки, на который трос должен наматываться точно под 90°, чтобы исключить перехлестывание шлагов (витков). Лучше, если на барабане будут проточены канавки для 6—10 шлагов троса. Конструкция колонки, рассчитанной на установку вертикального штурвала, показана на рис. 150, для наклонного рулевого колеса автомобильного типа — на рис. 151. Барабан можно выточить целиком из алюминия, а рулевое колесо — выклеить из нескольких слоев водостойкой фанеры (до толщины 22—25 мм). Для тихоходных катеров более удобен штурвал с рукоятками.

Иногда в цепь штуртроса включают велосипедную цепь, а на валу штурвала крепят звездочку. Вариант вполне приемлемый, если обеспечивается необходимое передаточное число и усилие на штурвале не получается слишком большим. Зато насаживать звездочку на вертикальный баллер недопустимо: цепь, огибающая звездочку в горизонтальном положении, провисает и легко соскакивает с нее.

Монтируя рулевое устройство, нужно убедиться в том, что оно обеспечивает перекладку руля или подвешенного мотора не менее чем на 35° от ДП на каждый борт.

Швартовное и буксирное устройства. Для швартовки и буксировки самых малых лодок достаточно иметь два надежных рыма (рис. 152, а, б), закрепленных на форштевне и транце. На лодках покрупнее швартовные концы крепятся за утки в носу (одна утка в ДП или две по бортам, вблизи ветрового стекла) и в корме (две утки вблизи транца). Рым для буксировки закрепляется в ниж-

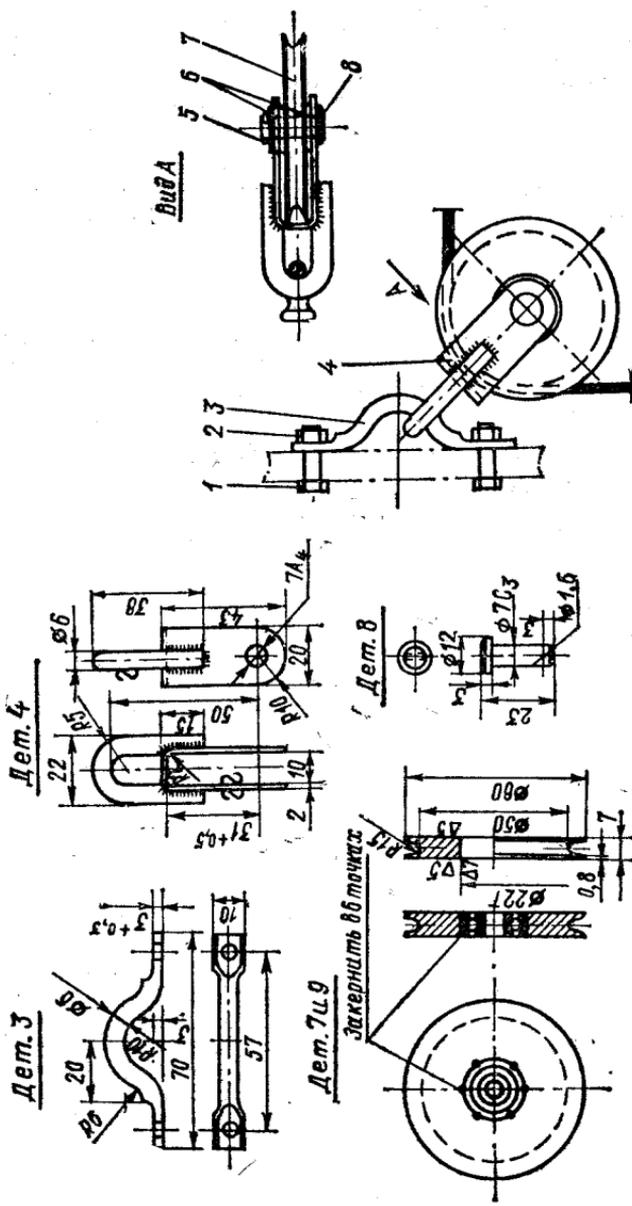


Рис. 149. Конструкция самоустанавливающегося ролика — блока.
 1 — болт М5; 2 — гайка М5; 3 — скоба из прутка $\varnothing 6$ (концы расплющить); 4 — обойма блока; 5 — шплинт $1,5 \times 10$;
 6 — шайба ($6 \times 0,5$); 7 — ролик (дюраль); 8 — палец; 9 — шарикоподшипник № 80007 или № 27.

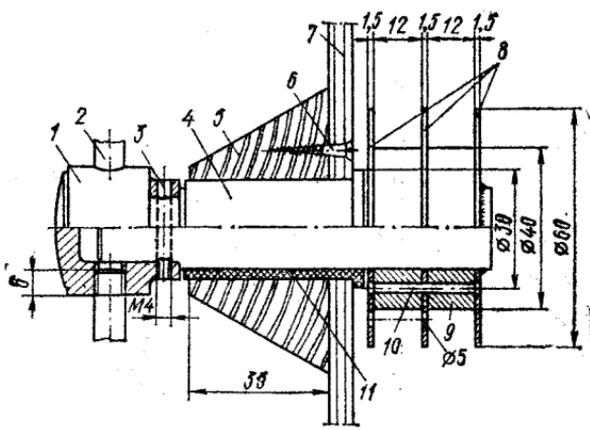
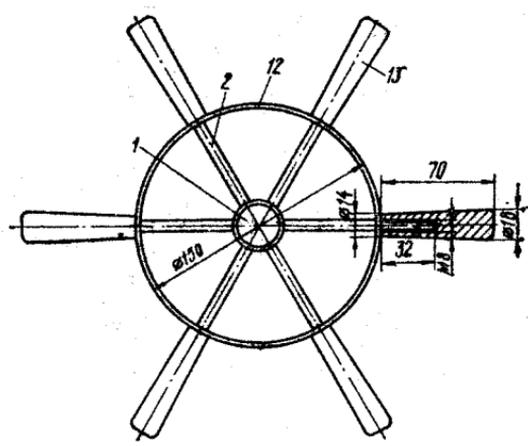
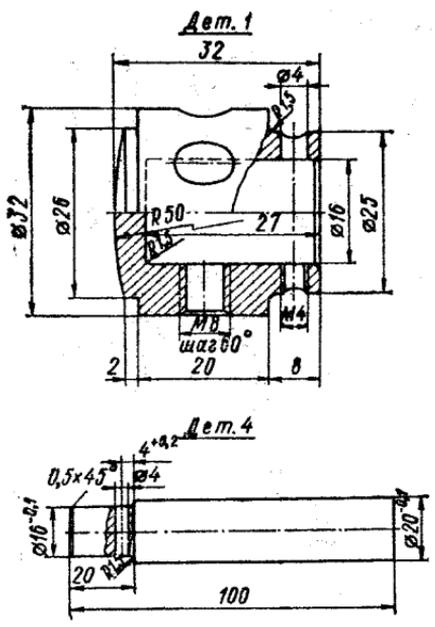


Рис. 150. Рулевое устройство катера.

1 — головка (дюраль или латунь); 2 — спица штурвала Ø 8, l = 93; с резьбой М8 на обонк концах; 3 — штифт Ø 4, l = 25; с резьбой М4 и шлицем; 4 — валик; 5 — конусная накладка Ø 32 × 72 (ясень); 6 — шуруп 3 × 20 (3 шт.); 7 — переборка каюты; 8 — шайбы (δ = 1,5); 9 — барабан (дюраль или текстолит); 10 — заклепка Ø 4 (3 шт.); 11 — втулка Ø 20 × 25, l = 45 (текстолит); 12 — обод штурвала (полоса 2 × 20); 13 — рукоятка штурвала (текстолит, эбонит).



ней части форштевня. Это лучшее место для крепления буксирного конца, так как лодка идет устойчиво, не рыскает и не зарывается носом в волну, как это бывает при буксировке за палубную утку или кнехт. Практичные палубные утки литой и сварной конструкции показаны на рис. 153, а — г. Для более крупного катера или яхты предпочтительнее битенги или обычные крестовые кнехты (рис. 153, д). Все палубные дельные вещи должны устанавливаться на деревянные подушки, надежно связанные с бимсами или продольным набором.

Для того чтобы швартовный трос не перетирал палубу и буртик, необходимо установить в носу и у транца киповые планки, удерживающие трос в определенном месте. Они могут быть прямые, косые и закрытого типа (рис. 154).

На легких мотолодках не лишними будут ручки для переноски, закрепленные на транце, на палубе в носу. В ряде случаев эти ручки могут заменить и утки, и киповые планки.

Леерное устройство и поручни. Поручни необходимы на катерах, снабженных рубкой и носовой палубой. В носу ставится жесткий реллинг, согнутый из

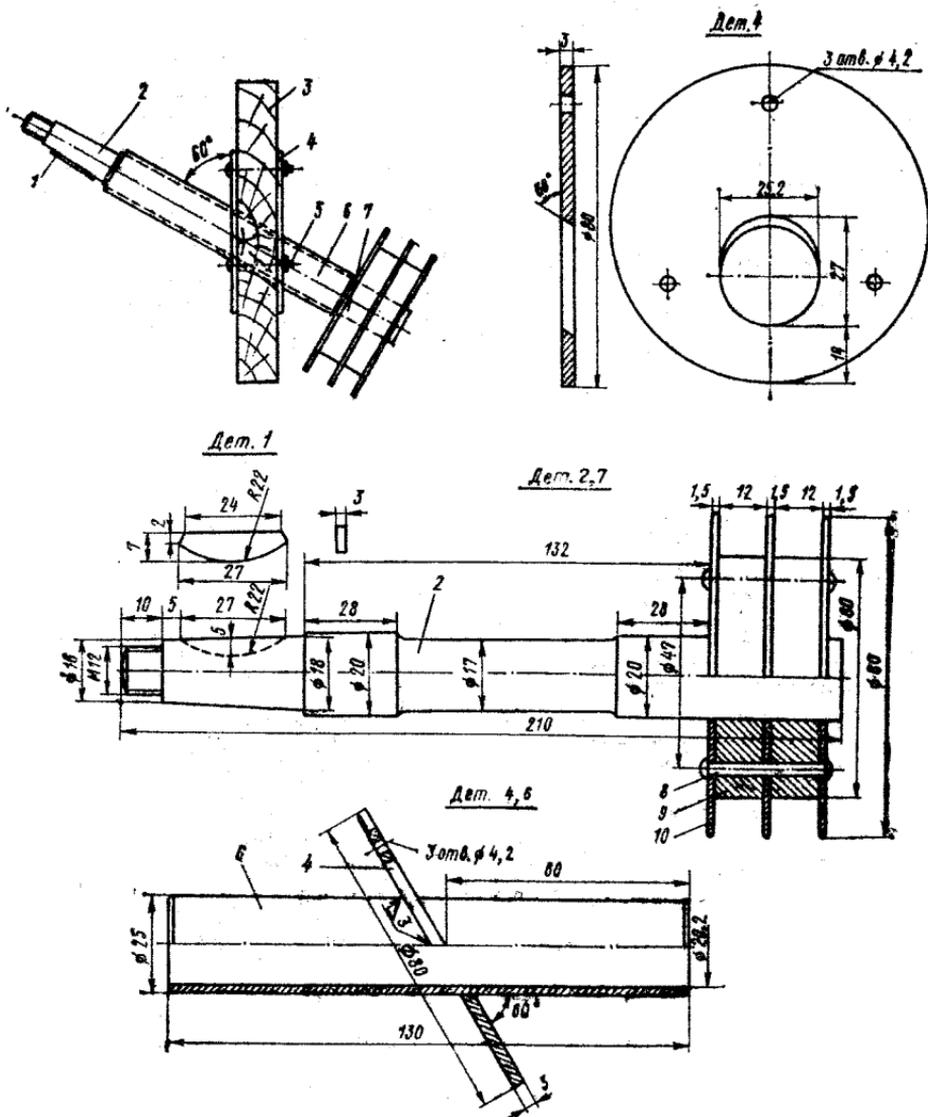


Рис. 151. Рулевая колонка с наклонным штурвалом.

1 — шпонка; 2 — валик; 3 — бимс; 4 — шайба; 5 — винт М4; 6 — втулка; 7 — барабан в сборе; 8 — заклепка $\varnothing 4$; 9 — диск (дюраль); 10 — диск (сталь).

трубы диаметром 25—28 мм и имеющий высоту не менее 600 мм (см. проект катера «Сивуч»).

На палубе необходимо установить фальшборты (или ножные леера). По конструкции их можно сделать идентичными с поручнями, которые ставят на крыше рубки (рис. 155). Располагая дельные вещи и оборудование на палубе, необходимо обеспечить нормальный проход по палубе из носа в коому — в любом месте человек должен иметь надежный упор для ног и возможность за что-нибудь удерживаться руками. Полезно узкие бортовые участки палубы (потопчины, как их иногда называют) и палубу на баке покрыть нескользящей краской или двухкомпонентным лаком МЧ с добавлением мелкой песчаной пыли.

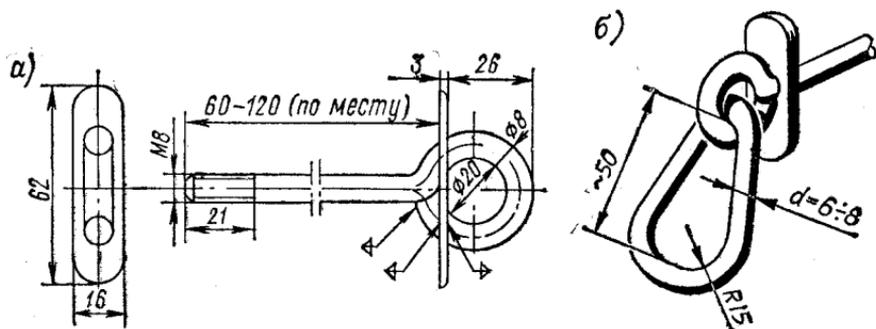


Рис. 152. Буксирный обух (а) и швартовый рым (б) для малых лодок.

Якорное устройство. Масса якоря и диаметр якорного каната для лодок и катеров определяются по табл. 20 согласно действующим нормам. Таблица составлена применительно к выпускаемым промышленностью якорям адмиралтейского типа и Холла. При использовании якорей повышенной держащей силы,

Т а б л и ц а 20. Основные элементы якорного устройства катеров

(см. «Временные требования по техническому контролю за маломерными судами на годность к плаванию»)

Наименование элементов	Водоизмещение судна, т					
	0,5	0,75	1,0	1,5	3,0	5,0
Масса якоря, кг	3,0	5,0	7,0	9,0	11,0	13,0
Окружность капронового троса, мм	10	17	20	23	28	40
Окружность пенькового троса, мм	25	35	40	45	60	80
Диаметр стального троса, мм	3,0	3,5	3,5	4,0	5,0	6,0

например типа Матросова, Данфорта и т. п., их вес может быть уменьшен до 75 % указанной в таблице величины при сохранении окружности якорного каната.

Следует заметить, что размеры элементов якорного устройства зависят не только от водоизмещения катера, но и от объема его надводной части и парусности надстроек. Так, для открытых катеров и мотолодок длиной от 5 до 7 м рекомендуется якорь массой от 12 до 14 кг с капроновым тросом диаметром от 8 до 10 мм. Для катеров длиной 6—8 м с развитой надстройкой масса якоря должна составлять 14—18 кг; капроновый якорный канат должен иметь длину 30—50 м при диаметре от 10 до 12 мм.

Длина якорного каната определяется соответственно глубине акватории, на которой преимущественно эксплуатируется судно, но она не может быть менее 15 м для судов первого класса, 25 м — для второго и 50 м — для третьего. Разрывная нагрузка якорного каната должна быть в 40—50 раз больше массы якоря.

Для крупных катеров рекомендуется использовать стальную якорную цепь. Ее калибр (диаметр стержня звена) можно определить в зависимости от водоизмещения судна по формуле

$$d = 4,7 \sqrt[3]{D} \text{ мм.}$$

Обычно на катерах длиной от 5 до 10 м применяется цепь калибром 6—8 мм.

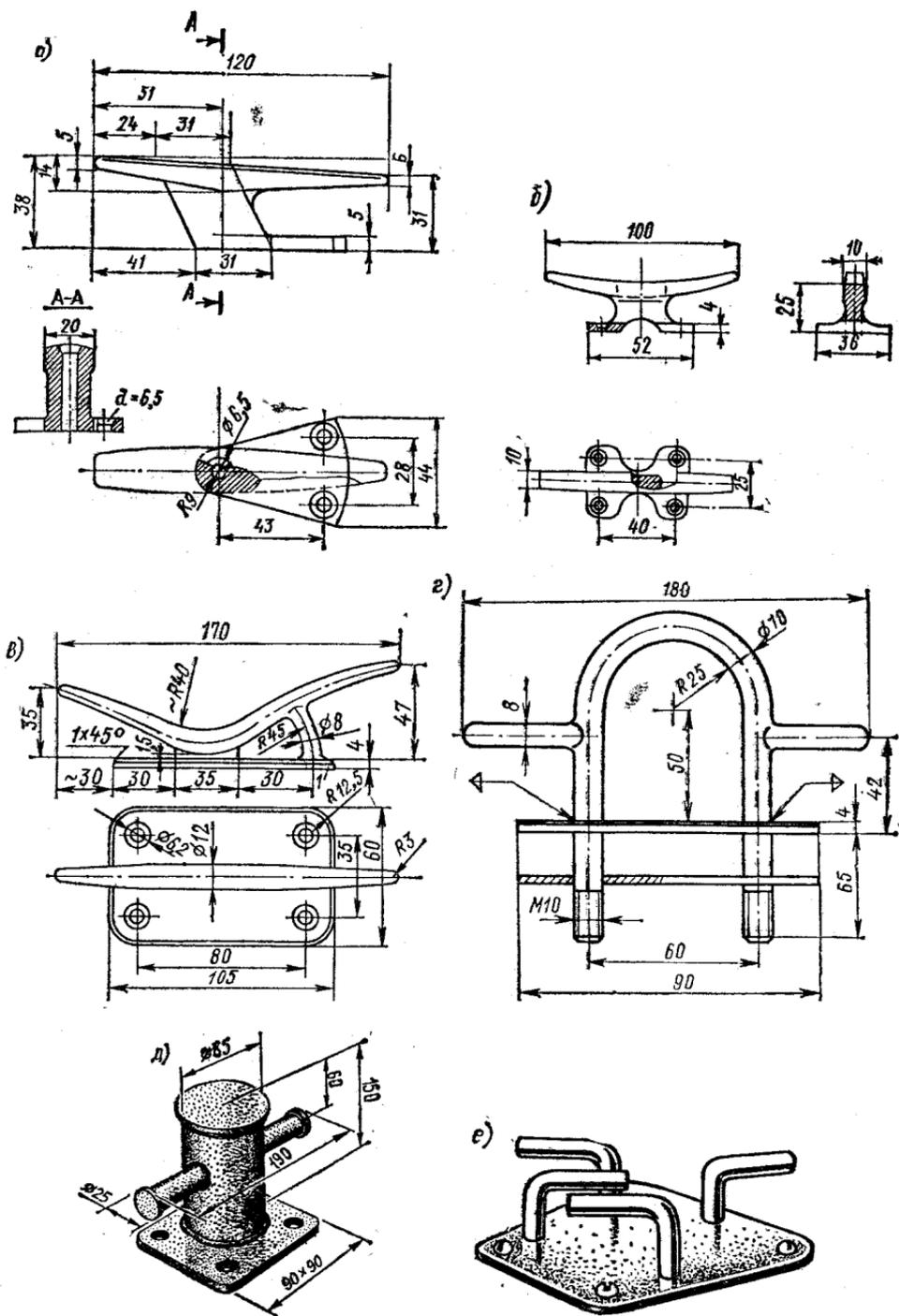


Рис. 153. Детали якорно-швартового устройства: а, б, в — утки; г — рым, совмещенный с уткой; д — крестовый шнехт; е — утка, совмещенная с киповой планкой.

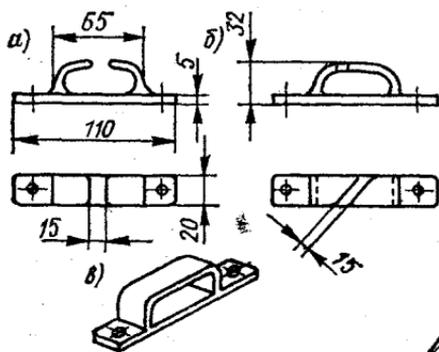


Рис. 154. Киповые планки: а — прямая; б — правая; в — закрытая.

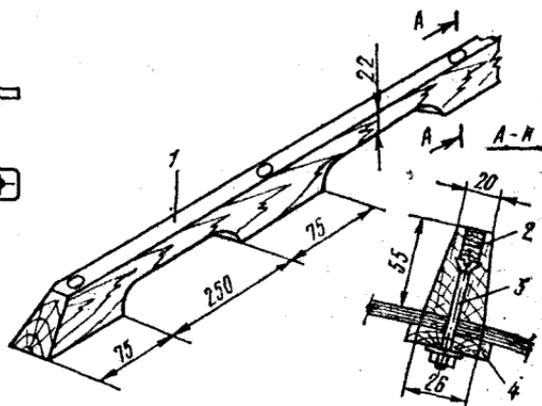


Рис. 155. Деревянный поручень (он же ножной леер).
1 — поручень (дуб); 2 — пробка; 3 — винт М6; 4 — подушка.

Цепь более надежна, чем канат. Благодаря большой массе она прижимает веретено якоря к грунту, а при стоянке на волнении служит хорошим амортизатором, поглощающим рыбки судна. Цепь долговечнее каната, не нуждается в тщательном уходе, занимает меньше места на судне.

На легких лодках, где экономится каждый килограмм массы, предпочтительнее канаты из растительного троса (стальные тросы неудобны в обращении, тяжелы и недолговечны), но для повышения держашей силы легких якорей рекомендуется включать в трос участок цепи длиной несколько метров, к концу которой крепить якорную скобу.

На крупном катере считается необходимым иметь на борту второй становой якорь (он может быть на 20—30 % легче основного) и небольшой (5 кг) шлюпочный якорь или кошку.

Адмиралтейский якорь по держашей силе раза в 3—4 уступает якорям, цепляющимся за дно не одной, а одновременно двумя лапами (например, якорю

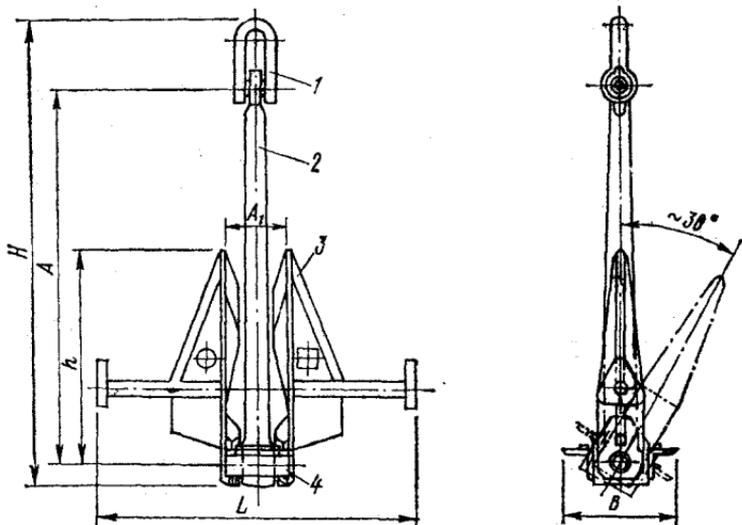


Рис. 156. Якорь типа Матросова.
Размеры — см, табл. 21.

Таблица 21. Основные размеры сварных якорей Матросова (см. рис. 156)

Масса якоря, кг	H	A	A ₁	L	B	h
5	500	400	66	340	120	230
10	625	520	82	440	152	300
15	725	600	98	500	170	340
25	840	690	110	570	190	385
35	935	760	126	620	230	420
50	1045	840	136	680	255	480

Холла), зато надежность стоянки меньше зависит от характера грунта. Якорь Холла при натяжении каната нередко выворачивается из-за неоднородности грунта под обеими лапами, поэтому рискованно принимать его легче адмиралтейского.

Обычная четырехлапая кошка с успехом используется на речных лодках и катерах; для повышения ее надежности рекомендуется закрепить на веретене дополнительный груз. Хороши кошки складной конструкции, которые удобнее хранить на лодке — они занимают места не более, чем обычный якорь.

Для крупных катеров и яхт рекомендуется якорь Матросова (рис. 156). Это якорь с повышенной держащей силой. Якоря Матросова выпускаются литыми и сварными начиная с 5 кг, что делает их пригодными практически для всех судов внутреннего плавания. Основные размеры сварных якорей этого типа массой от 5 до 50 кг приведены в табл. 21.

§ 4. Оборудование малых судов

Безопасная эксплуатация любого судна немыслима без обеспечения его снабжением, соответствующим району плавания. Минимальный состав этого снабжения оговаривается «Временными требованиями по техническому контролю за маломерными судами на годность к плаванию», разработанными Главной навигационно-технической инспекцией ОСВОД РСФСР, а также «Правилами регистрации и технического надзора за малыми судами, не поднадзорными Речному Регистру», принятыми на Украине. Катера, которые регистрируются в судходных инспекциях, должны удовлетворять правилам Речного Регистра РСФСР.

Обязательный состав снабжения малых судов определяется правилами в соответствии с классом судна (см. табл. 10). Согласно этим правилам лодки, катера и яхты должны комплектоваться спасательными принадлежностями только заводского изготовления и одобренных инспекцией или регистром образцов.

Каждый человек на борту судна должен иметь индивидуальное спасательное средство, готовое к использованию. На всех судах в комплект снабжения должен входить один спасательный круг, причем на катерах III класса к нему должен быть прикреплен лишь длиной 25 м, а на судах II класса — лишь длиной в 2 длины судна. На надувных лодках, байдарках и подобных им судах вместимостью не более двух человек спасательный круг не нужен при условии наличия в снабжении спасательных жилетов или нагрудников. На судах I—II классов круг может быть заменен плавучим бросательным концом длиной не менее двух длин корпуса с петлей (конец Александра) или плавучим линем с плавучим кольцом при условии соответствия количества индивидуальных спасательных средств пассажироместности лодки.

На всех спасательных средствах должен быть нанесен хорошо различимый регистрационный номер судна с литерами, обозначающими район или город регистрации, а на средствах для яхт — название и порт приписки. Желательно, чтобы спасательные приборы были оранжевого цвета, хорошо различимого на воде.

Малые суда II и III классов, выходящие в прибрежные зоны морей, в крупные озера и водохранилища, согласно «Временным требованиям» ОСВОД

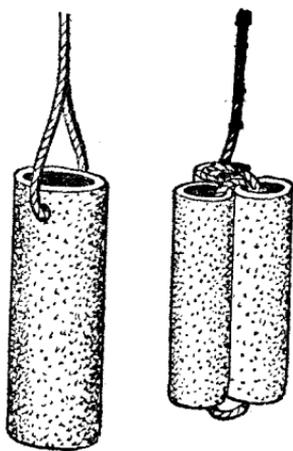


Рис. 157. Кранцы из об-резков резинового шлан-га.

ФФСР рекомендуется снабжать не менее чем дву-мя пиротехническими сигнальными сред-ствами дневного действия с дальностью видимо-сти не менее 2 миль и трех пиротехнических сиг-нальных ночных средств с дальностью видимости не менее 5 миль и с длительностью горения не ме-нее 30 с.

К числу средств дневного действия относится сигнальный патрон, выделяющий при срабатывании оранжевый дым в течение 30 с, который виден с дистанции 3—4 мили, и дымовая шапка, которая, будучи сброшенной на воду, образует дым в тече-ние 5 мин. К ночным пиротехническим средствам относятся парашютные ракеты сигнала бедствия (красного света), шестизвездные патроны, сигнальные фальшфейеры, которые при горении удерживаются в руке.

К сигнальным средствам относятся также руч-ные электрофонари, рупоры и свистки, а при пла-вании по реке — флаг-отмашка.

В снабжение должны входить противопо-жарные средства — огнетушители (на больших катерах — два), брезент размером 1 × 1 м на малых

судах и 1,5 × 1,5 м на больших, ведра. Суда длиной свыше 7 м должны снаб-жаться ручным осушительным насосом; на всех судах обязателен плавающий черпак (лейка).

На судне должно быть аварийное снаряжение: густотертая кра-ска (1 кг); в зависимости от материала корпуса — куски листового алюминия, досок, фанеры; крепеж — шурупы, винты, гвозди; эпоксидный клей (1 кг), куски стеклоткани; проволока; тавот; аварийный инструмент и запчасти к двигателю; основные плотницкие и слесарные инструменты.

Бортовая медицинская аптечка должна включать, как минимум, три стерильных марлевых бинта, флакон настойки йода, 100 г ваты и т. п.

Судно должно иметь комплект тросов, обеспечивающих швартовку и про-ведение буксирных операций.

В качестве швартовных канатов на малых судах применяют капроновые, си-зальские и пеньковые тросы окружностью примерно равной таковой для якор-ного каната. Длину каждого из двух швартовов принимают обычно равной удвоенной длине катера.

На крупных и тяжелых катерах и особенно — на яхтах желательно иметь в снабжении бросательный конец — сравнительно тонкий и легкий трос с оллет-ным грузом — легостью на конце. В случае неудачного подхода с помощью этого конца можно установить связь с причалом и передать туда швартов.

Обязательным предметом снабжения является отпорный крюк — ба-гор.

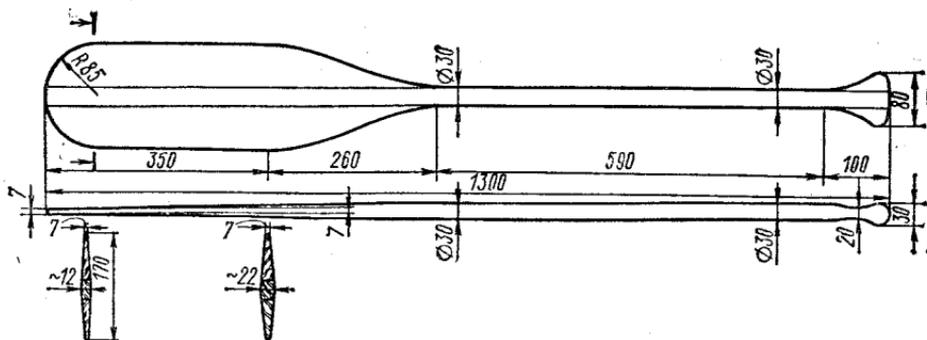


Рис. 158. Весло-гребок.

Для защиты бортов лодки от ударов при швартовках необходимы кранцы, которые могут быть изготовлены из обрезков резинового шланга или поролона (рис. 157).

В качестве аварийного средства движения на каждом **маломерном** судне должно быть не менее двух весел. На небольших **мотолодках**, **парусных** судах и катерах можно использовать короткие весла-гребки, которые **несложно** изготовить клееными из мелкослойной сосны (рис. 158).

§ 5. Сигнально-отличительные огни

Мотолодки, катера и моторно-парусные суда при плавании по внутренним водным путям оснащаются следующими сигнально-отличительными огнями (рис. 159):

— белым топовым огнем, светящим вперед по сектору 225° (по $112,5^\circ$ на каждую сторону от ДП судна) с дальностью видимости не менее 8 км; устанавливается на стойке или мачте на высоте по крайней мере 1 м над бортовыми отличительными огнями;

— отличительными бортовыми огнями — правым зеленым и левым красным, с сектором $112,5^\circ$ на каждый борт и дальностью видимости не менее 4 км;

— белым гаковым огнем, светящим в корму по сектору 135° с дальностью видимости 4 км;

— белым стояночным (кlotиковым) огнем, светящим по всему горизонту с дальностью видимости 4 км;

— импульсными лампами-отмашками, устанавливаемыми побортно на палубе или рубке и дающими интенсивные вспышки по курсу лодки при расхождении со встречными судами.

Катера и лодки с подвесными моторами мощностью менее 25 л.с., а также гребные лодки могут нести только один белый огонь, видимый по всему горизонту (360°). Суда длиной до 5 м могут нести один огонь, совмещающий в себе топовый и гаковый огни (он же служит и кlotиковым огнем на стоянке). Такой огонь должен располагаться на высоте не менее 20 см над головами сидящих в лодке людей. А вместо двух бортовых отличительных огней на носу катера может быть установлен один совмещенный красно-зеленый огонь с соответствующими секторами освещения и исключающий создание смешанного ореола.

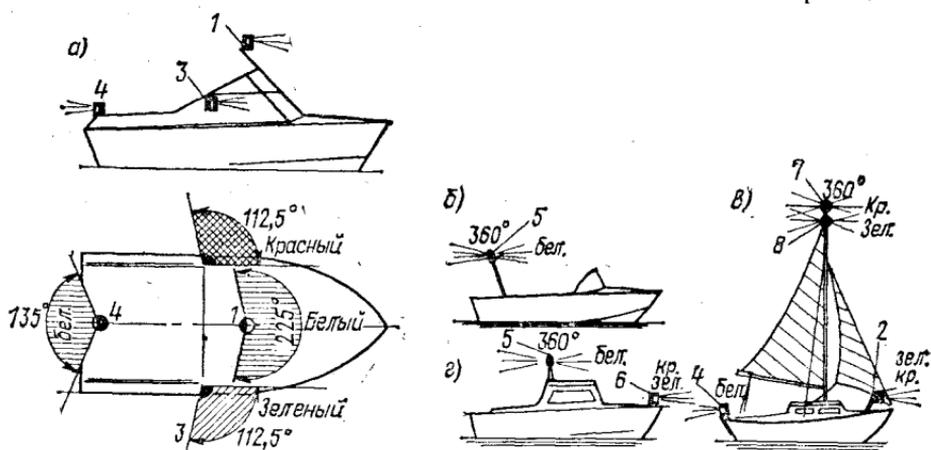


Рис. 159. Сигнально-отличительные огни на малых судах: а — на катерах; б — на катерах и мотолодках с мощностью двигателя менее 25 л.с. (допускаемый вариант); в — на парусной яхте длиной более 12,2 м; г — на катерах длиной менее 5 м (допускаемый вариант).

1 — топовый огонь; 2, 6 — совмещенный красно-зеленый; 3 — бортовой отличительный; 4 — гакабортный (на речных судах — гаковый); 5 — кlotиковый; 7, 8 — дополнительные огни на парусной яхте.

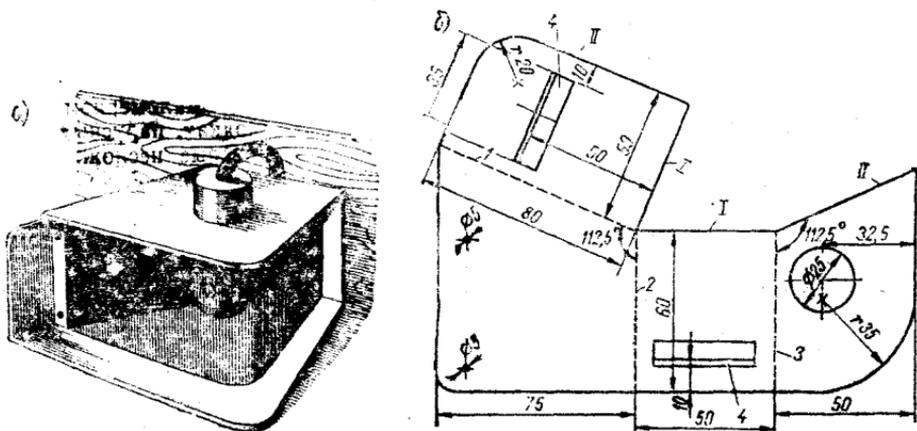


Рис. 160. Самодельный бортовой отличительный огонь: а — фонарь в сборе; б — развертка корпуса.

1, 2, 3 — места сгиба под углом 90° ; 4 — угольники для крепления стекла; I и II — места пайки.

В торговую сеть поставляется клотиковый сигнальный фонарь, смонтированный на стойке из дюралюминиевой трубки и включающий в себя полупроводниковое выпрямительное устройство, позволяющее питать лампочку в 6 свечей от подвесных моторов типа «Ветерок» (используются свободные импульсы тока в системе зажигания мотора). Полная длина фонаря со стойкой — 650 мм, масса — 600 г, имеется герметичный штепсельный разъем для подключения к мотору. Благодаря компактности и возможности демонтировать устройство с лодки на стоянке, этот фонарь очень удобен для применения в качестве ходового для мотолодок с маломощными моторами. Оптимальное место для установки подобного фонаря — у кормового обреза кокпита: здесь свет не будет мешать водителю мотолодки.

Подобный же фонарь на стойке, но с автономным источником питания в виде сухих батарей для карманного фонаря, может быть изготовлен самостоятельно для применения на гребных лодках.

Многие мотолодки, поставляемые в торговую сеть, комплектуются сигнально-отличительными огнями, которые могут питаться от бортовой электросети. Однако довольно часто приходится изготавливать их самостоятельно. Одна из простейших конструкций бортового огня представлена на рис. 160. Корпус можно вырезать из оцинкованного кровельного железа, листовой латуни или белой жести толщиной 0,5—1 мм, т. е. из любого металла, поддающегося пайке. Но сначала рекомендуется изготовить картонный шаблон по прилагаемому эскизу, а потом уже выкраивать заготовку из металла. После зачистки и травления кислотой всех мест пайки поставьте и припаяйте угольнички для крепления стекла. Согните заготовку по сгибам 1 и 2, пропаяйте угол соединения I-I, а затем, согнув по сгибу 3, шов II-II.

Внутренние поверхности фонарей надо окрасить белыми или серебрянкой. Снаружи правый фонарь окрашивается зеленой, а левый — красной краской. Стекла вырезают из органического стекла толщиной 3—4 мм; заготовленные пластинки слегка подогревают над пламенем газовой горелки, после чего изгибают до необходимой кривизны. Под стекла изнутри подкладывают прозрачную пленку соответствующего цвета.

Можно нанести краску непосредственно на органическое стекло следующим способом. Два-три грамма желатина залейте несколькими кубическими сантиметрами воды, дайте в течение двух часов желатину набухнуть. Затем, слегка помешивая, подогрейте его до полного растворения. В желатиновый раствор влейте несколько капель зеленой или красной туши. Можно использовать медянистую «зеленку» и красный фуксин, тогда цвет будет более интенсивным. Слою краски надо дать основательно просохнуть.

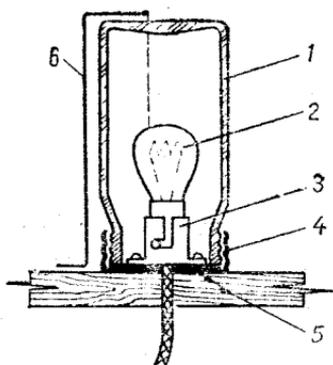


Рис. 161. Герметичный фонарик из стеклянной банки.

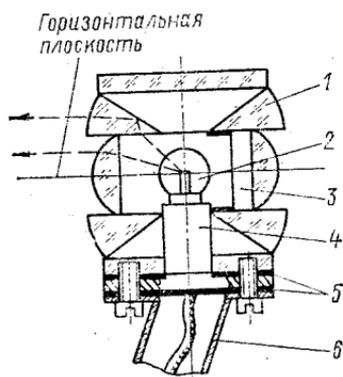


Рис. 163. Самодельный топовый огонь.

1 — линза; 2 — лампочка; 3 — оклейка фольгой; 4 — патрон; 5 — прокладка; 6 — стойка.

Готовые стекла прикрепляют к угольничкам винтами М4, для которых надо заранее просверлить отверстия и нарезать резьбу метчиком.

В верхние отверстия вставляют стандартные патроны для автомобильных лампочек (диаметром 15 мм). Достаточно сила света лампочки 3—5 Вт. Можно изготовить патроны и самому из 15-миллиметровой латуниной трубки, разрезав ее вдоль с одной стороны и слегка разведя края; для второго электрода придется сделать пробку из любого диэлектрика.

В качестве фонариков в «герметичном» исполнении могут быть использованы баночки с металлическими крышками из-под горчицы или другого назначения. Завинчивающаяся крышка 4 баночки 1 снабжается резиновой прокладкой 5, а к крышке винтами крепится патрон 3 для лампочки 2 (рис. 161). С помощью этих же винтов крышку можно прикрепить к рубке или другому основанию. Сверху на баночку пужно надеть кожух из жести 6 с вырезом, ограничивающим сектор огня в соответствии с его назначением.

При мощности лампочки топового огня 10 Вт, а бортовых 15 Вт, они практически удовлетворяют требованиям, предъявляемым к огням малых судов. Чтобы улучшить видимость ходовых огней или уменьшить потребляемую ими мощность, целесообразно вместо обычных стекол применить линзы Френеля. Благодаря преломлению в сочетании с полным отражением в дополнительных призмах проходящий через них световой поток распространяется в пределах весьма малого угла, в то время как при использовании обычного стекла происходит рассеивание лучей света во все стороны.

В ходовых огнях, снабженных линзами Френеля, можно применить относительно маломощные лампочки с силой света 2—3 свечи. Это особенно важно для

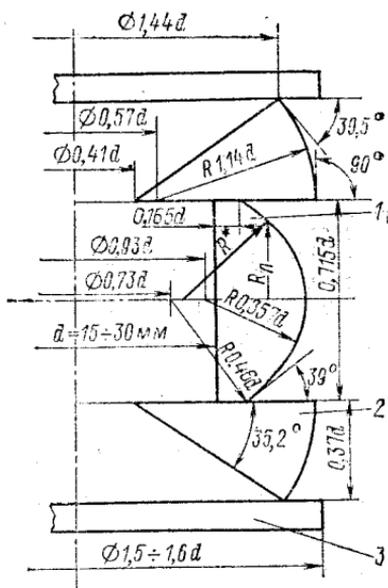


Рис. 162. Размеры линзы Френеля.

1 — центральная линза; 2 — дополнительная призма; 3 — крышка.

Поверхности после обработки полируют. Радиус R^2 плавно уменьшается до $0,46d$ у краев линзы на радиусе $R_{л1} = 0,357d$ и до $0,357d$ на радиусе $R_{л2} = 0,15d$.

мотолодок с маломощными источниками тока в виде сухих батарей или магнето подвесного мотора.

На рис. 162 приведены данные для вытачивания упрощенной линзы Френеля из оргстекла, а на рис. 163 — самодельный топовый огонь, изготовленный Б. Е. Синильщиковым. Отдельные детали линзы можно выточить из листового стекла и склеить их вместе раствором стружки оргстекла в дихлорэтаноле. Линзы для бортовых огней окрашивают раствором анилиновых красителей в дихлорэтаноле с добавлением стружки оргстекла. На внутреннюю поверхность линзы наклеивают алюминиевую фольгу так, чтобы обеспечить требуемый сектор освещения. Две линзы для бортовых огней можно получить из цилиндрической, распилив ее вдоль.

Линзы фонарей нужно стремиться устанавливать параллельно ходовой ватерлинии, чтобы максимум освещенности лежал в горизонтальной плоскости. К слову сказать, от «настоящих» огней требуется, чтобы за пределами угла $\pm 10^\circ$ от горизонтали они давали минимум света.

При установке огней необходимо выполнить ряд важных условий, о которых нередко забывают судоводители-любители. При положении наблюдателя, смотрящего с носа судна и смещенного в сторону какого-либо борта, он должен видеть только один бортовой отличительный огонь. Это вызывает необходимость в установке бортовых огней на стенках рубок или снабжении их щитками определенных размеров, выступающими впереди огня. Щитки могут потребоваться также для устранения отблесков огней на палубе или рубке.

Необходимо проверить, чтобы свет огня в секторе его действия не затенялся различными устройствами (например, мачтой, крышкой люка, вентилятором и т. п.) или пассажирами, находящимися на постоянно предусмотренных для них местах. Важно, чтобы огни были установлены в таких местах, где они не могут быть повреждены контактом с другими предметами (например, блоками или скобами на яхте, открывающимися дверями, веслами и т. п.).

Огни не должны давать прямого или отраженного света в глаза водителю лодки.

Конструкция огня должна не затруднять смену электроламп и не допускать попадания внутрь фонаря дождевых капель и брызг.

Известные трудности представляет размещение бортовых отличительных огней на парусных яхтах. Высота рубок здесь невелика, вследствие чего огни периодически закрывает волной. При размещении на вантах они закрываются парусами. Лучшим местом оказывается носовой релинг, вынесенный впереди всех парусов. Здесь может быть установлен как один совмещенный красно-зеленый огонь в ДП, так и два бортовых огня, снабженные щитками достаточной величины. Кроме того МПСС-72 рекомендует в дополнение к бортовым отличительным и белому гакабортному огням устанавливать на топе мачты яхты длиной более 12,2 м два огня, светящихся по всему горизонту — красный, а под ним зеленый. Благодаря этому парусник легче обнаружить, так как расположенные у самой воды бортовые огни становятся заметными обычно уже на критическом расстоянии от встречного судна.

Глава 6

ДВИГАТЕЛИ, ДВИЖИТЕЛИ И ЭЛЕКТРО- ОБОРУДОВАНИЕ

§ 1. Подвесные моторы

Наиболее доступными механическими установками для прогулочно-туристских судов являются подвесные моторы. Правда, промышленность выпускает модели моторов, рассчитанные на эффективную эксплуатацию в основном на легких быстроходных (20—50 км/ч) глиссирующих судах.

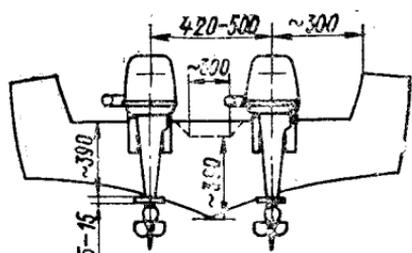


Рис. 164. Схема установки подвесных моторов на моторной лодке.

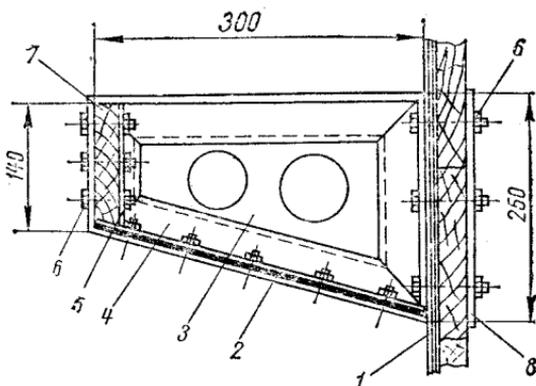


Рис. 165. Конструкция кронштейна для двух моторов «Вихрь-30».

1 — транец; 2 — поддон (фанера, $\delta = 6 \div 8$); 3 — кница, $\delta = 1,5 \div 2$; 4 — кронштейн — угольник $40 \times 40 \times 4$ (сталь или легкий сплав); 5, 8 — накладка 2×35 (сталь или алюминий); 6 — болт М10 или М8; 7 — подмоторная доска $35 \times 135 \times 900$.

Главное при установке мотора на транце лодки — это положение антикавитационной плиты относительно поверхности днища. При нормальном погружении оси винта плита должна быть ниже днища на 5—15 мм. Если она оказывается выше или на одном уровне с днищем, то на лопасти винта проникают вихри и пузырьки воздуха, образующиеся от трения воды об обшивку, и винт начинает кавитировать: двигатель развивает полные обороты, а скорости судно не имеет. Такой же результат может дать и наружный киль, если он доходит до транца. Если же винт погружен слишком глубоко, теряется мощность из-за противодействия воды на выхлопе, увеличивается смоченная поверхность — сопротивление подводной части мотора.

На основании опыта можно сказать, что оптимальная высота транца для моторов «Вихрь» составляет 390 мм, «Нептун» — 420 мм, «Ветерок» — 410 мм. При установке двух моторов эта высота должна замеряться по оси установки мотора, с учетом подъема днища к бортам (рис. 164).

Какой бы ни была высота борта, высота транца в районе установки мотора должна быть совершенно определенной. В связи с этим, как правило, в транце приходится делать вырез, а чтобы через этот вырез вода не попадала внутрь корпуса — устраивать специальный моторный отсек с днищем выше ватерлинии и со шпигатами — отверстиями для стока воды.

Другая возможность установить мотор, не снижая высоты борта, это оборудовать специальный кронштейн на транце для подвески мотора. К недостаткам подобных конструкций следует отнести уязвимость моторов при маневрировании в стесненных гаванях, затрудненное обслуживание их на плаву, повышенную опасность заливания мотора волной при плавании с малой скоростью. Мотор оказывается удаленным от кромки днища на транце, поэтому может существенно измениться нормальное обтекание дейдвудной части — увеличивается брызгообразование. Иногда требуется устанавливать специальные щитки, отражающие брызги, вырывающиеся из-под транца, вниз.

В то же время изготовить кронштейн проще, чем подмоторную нишу; в корпусе экономится место для размещения снаряжения. В некоторых случаях, когда подвесной мотор играет вспомогательную роль (например, на парусной яхте или если имеется в виду резервный мотор малой мощности), применение кронштейна неизбежно.

Высота верхней кромки подмоторной доски кронштейна соответствует рекомендуемой высоте транца (в некоторых случаях ее приходится увеличивать на 15—20 мм, чтобы избежать сильного брызгообразования).

На рис. 165 показана конструкция подмоторного кронштейна для двух подвесных моторов «Вихрь-30», который может быть применен на мотолодке типа «Суперкосатка». Размеры книц 3 выбраны с таким расчетом, чтобы моторы можно было откидывать вверх, но для уменьшения вылета кронштейна необходимо сделать вырез в верхней кромке транца до высоты 640 мм от ОЛ. Боковые кницы кронштейна 3 (проще всего сделать их сварными) собирают на стальных или алюминиевых угольниках с полкой не менее 40 мм. Поддон может быть фанерным или из дюралюминиевого листа толщиной 1,5—2 мм; он служит элементом, придающим жесткость конструкции, поэтому нужно надежно прикрепить его к подмоторной доске, транцу и боковым кницам.

По высоте кронштейн устанавливают так, чтобы антикавитационные плиты моторов располагались ниже поверхности днища на 10—15 мм. Кницы кронштейна крепят к транцу сквозными болтами М10 или М12, проходящими через вертикальные стойки транца. Ширина подмоторной доски для двух моторов должна составлять 850—1000 мм, для одного мотора достаточно 250—300 мм. Другое необходимое условие — наклон транца или подмоторной доски кронштейна на 5—7°, для того чтобы можно было регулировать угол установки мотора в зависимости от ходового дифферента судна. Чрезмерный дифферент на корму иногда удаётся устранить прижатием «ноги» мотора к транцу.

Надо иметь в виду, что за счет выноса мотора изменяется центровка судна, а это имеет значение — особенно для быстроходных глиссирующих моторных лодок. Именно из соображений центровки ставить кронштейн на короткне легкие лодки нецелесообразно.

При установке двух двигателей важно расположить их так, чтобы гребные винты при работе не мешали один другому. Минимальное расстояние между концами их лопастей должно составлять 15 % D винта, а для этого расстояние между валами должно быть не менее 1,15 D .

Однако для подвесных моторов (как и для угловых колонок) такое расстояние оказывается критическим, поскольку при повороте вихри с лопастей наружного (по отношению к циркуляции лодки) винта попадают на лопасти внутреннего. Причина этого в том, что плоскость винта не совпадает с осью поворота мотора. Поэтому расстояние между осями подвесных моторов рекомендуется принимать не менее 1,4 D (для «Ветерка» и «Москвы» — 370 мм; для «Вихря» — 420 мм).

Разносить подвесные моторы шире чем на 500 мм не имеет смысла. На лодках со значительной килеватостью днища, получающих заметный крен на циркуляции, расположение моторов близко к борту оказывается причиной прорыва воздуха к винту на повороте и, как следствие, работы мотора «в разнос» и потери управляемости лодки.

В трех публикуемых ниже проектах — лодки дорн, рыболовной мотолодки «Лещ» и моторно-парусной дорн «Палтус» подвесной мотор установлен в колодеце внутри лодки. В первом случае колодец выбран потому, что при остром корме лодки навесить мотор на транце было бы просто неудобно; кроме того, он создал бы значительный дифферент на корму. Во втором случае мотор, навешенный на транце, создавал бы помехи при рыбной ловле — за него легко закупаются рыболовные снасти, особенно, если мотор откинут от транца. Наконец в третьем случае — на лодке, которая рассчитана на плавание на волне и под парусами, мотор внутри корпуса оказывается надежно защищенным от заливания; его проще обслуживать, он не создает помех при плавании под парусами.

При установке мотора на лодку необходимо застраховать его от соскальзывания с транца и потери. В простейшем виде это может быть металлическая или деревянная планка, прикрепленная к транцу изнутри выше шайб струбцин, а также страховочный тросик, который привязывают одним концом к задней ручке мотора, а другим — к рыму или утке на корме лодки. Применяются также разного рода замки для запираания струбцин мотора на транце.

При расположении водителя у переднего края или в середине кокпита лодку необходимо оборудовать дистанционным управлением (ДУ) мотором. Оборудование ДУ в полном объеме включает устройства для: поворота мотора (штурвал со штуртросовой проводкой и системой блоков); регулирования открытия дос-

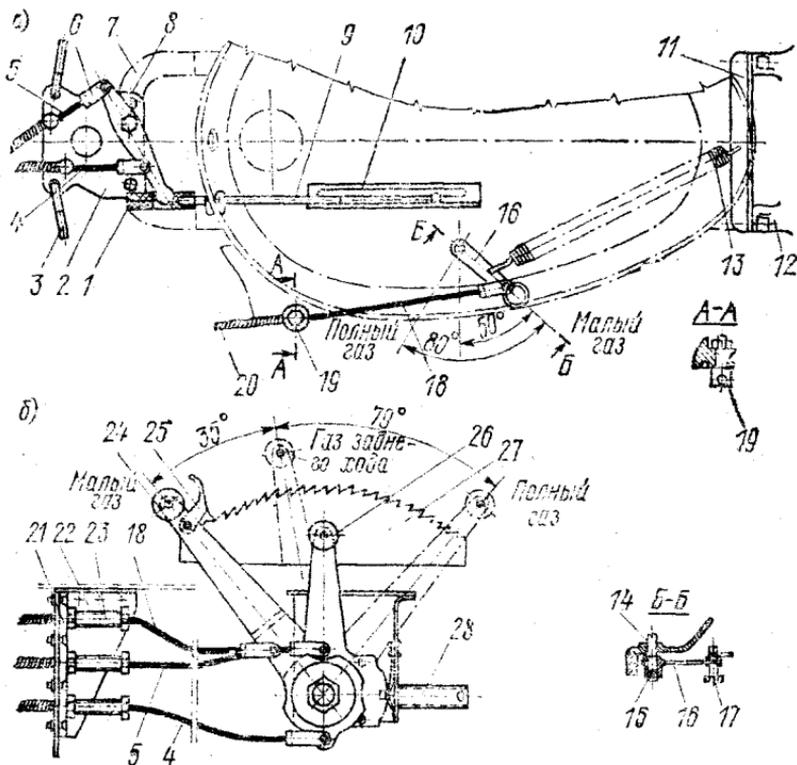


Рис. 166. Дистанционное управление для моторов «Вихрь»: а — расположение на моторе; б — пульт управления.

1 — пластмассовый наконечник; 2 — основание качалки; 3 — наконечник штуртроса; 4 — трос заднего хода; 5 — трос переднего хода; 6 — наконечник троса; 7 — передняя ручка мотора; 8 — качалка реверса; 9 — тяга реверса; 10 — планка реверса; 11 — угольник для крепления пружины; 12 — задняя ручка; 13 — пружина; 14 — валик привода дроссельной заслонки; 15 — штифт 3 X 15; 16 — рычаг газа; 17 — штырь с закладным язычком; 18 — трос газа; 19, 21 — боуденовская оболочка; 20 — боуденовская оболочка; 22 — кияца; 23 — регулировочный винт; 24 — ручка газа; 25 — «собачка»; 26 — ручка реверса; 27 — сектор; 28 — фиксатор.

сельной заслонки карбюратора; управления реверсом, аварийной остановкой мотора и, если мотор электрифицирован, его запуском и воздушной заслонкой карбюратора. Иногда любители делают дистанционный привод защелки заднего хода (особенно для моторов типа «Вихрь») и откидывания мотора от транца при подходе к берегу.

Для любого из выпускаемых подвесных моторов можно приспособить рулевые ДУ и ДУ газом-реверсом, которые имеются в торговой сети. Например, получившее наибольшее распространение ДУ, первоначально поставившееся вместе с моторами «Прогресс» и «Обь», а ныне поступающее в торговую сеть отдельно от лодок (рис. 166). Эта система включает как устройства для управления дроссельной заслонкой и реверсом, так и штурвал с комплектом блоков и штуртросом для управления поворотом мотора и дистанционную проводку кнопки «Стоп». Рычаг, насаживаемый на конец вертикального валика дроссельной заслонки карбюратора, который выступает снизу поддона мотора, соединяется стальным тросом в боуденовской оболочке с рукояткой на посту управления. Подавая рукоятку вперед, водитель увеличивает газ. Возвратное вращение валика осуществляется пружиной, своими концами крепящейся к рычагу и спе-

диальному угольнику, который ставится под болты крепления задней ручки мотора.

Включение переднего и заднего хода осуществляется рукояткой на посту водителя при помощи двух тросов, концы которых крепятся на исполнительном механизме на моторе — двуплечем рычага-качалке. Шаровой наконечник со штатной тяги реверса снимается и взамен него навинчивается пластмассовый наконечник, имеющий паз для качалки. Кронштейн с качалкой крепится на болтах к передней ручке для переноски мотора и служит также для подсоединения штуртросов рулевого управления. При подсоединении ДУ к мотору «Нептун-23» пластмассовый наконечник качалки прикрепляется к штоку переключения реверса при помощи переходной скобы с резьбой и винта М6. Скоба навинчивается на шток и контрится штатной ручкой. В конструкции пульта управления предусмотрена блокировка, исключающая возможность переключения реверса при повышенной частоте вращения.

Недостатками описанной системы, как, впрочем, и других, в которых передаточным звеном от рукояток к исполнительным органам на моторе служат гибкие тросики, являются люфты, вытяжка троса со временем, подверженность тросов коррозии и износу (особенно в местах пайки или опрессовки бобышек, с помощью которых трос прикрепляется к деталям ДУ).

О выборе элементов рулевого управления было сказано в главе 5. В отличие от привода управления катерным рулем, где не возникает динамических перегрузок, в цепь штуртроса на лодках с подвесными моторами целесообразно включать компенсационные пружины, которые амортизируют нагрузки, возникающие в штуртросе при внезапном откидывании мотора (в случае наезда на подводное препятствие), и предотвращают вытяжку тросов при откидывании мотора от транца на стоянке. Эти пружины должны быть достаточно жесткими, чтобы в тросовой проводке не образовался излишний люфт.

Требование повышения экономичности эксплуатации подвесных моторов заставляет устанавливать на моторах различного рода приборы для контроля за работой двигателя — тахометры, указатели температуры охлаждающей воды в системе охлаждения, спидометры. В торговую сеть поставляется прибор ДЛМ-1, позволяющий контролировать частоту вращения коленчатого вала подвесных моторов в пределах 100—6000 об/мин и температуру двигателя в пределах 30—100 °С. Контроль частоты вращения основан на измерении частоты импульсов, поступающих от прерывателей системы зажигания; температура контролируется измерительным мостом, в одно из плеч которого включен терморезистор, вводимый в тело мотора. Питание прибора осуществляется от генераторных катушек мотора или от четырех элементов «373-Марс».

Другой прибор — ТС — позволяет измерять частоту вращения коленвала и скорость лодки в пределах от 20 до 67 км/ч. Работа спидометра основана на измерении гидродинамического давления встречного потока воды, набегающего на капиллярную трубку. Указателем скорости служит манометр, шкала которого градуирована в единицах скорости.

Тахометр и спидометр позволяют оперативно подбирать оптимальный гребной винт, соответствующий сопротивлению лодки при данной нагрузке; по частоте вращения контролировать мощность, развиваемую двигателем; находить оптимальные углы откидки мотора от транца и глубину погружения оси гребного винта.

При отсутствии приборов в продаже их несложно изготовить самостоятельно.

Важным условием экономичной эксплуатации моторных лодок с подвесными моторами является наличие нескольких сменных гребных винтов с разными элементами. Например, штатный гребной винт моторов «Вихрь-М» с диаметром $D = 0,24$ м и шагом $H = 0,30$ м дает оптимальные результаты при скорости свыше 40 км/ч. На скорости 36—38 км/ч этот винт оказывается тяжелым; двигатель не добирает до номинальной частоты вращения около 850 об/мин или 3,7 кВт, т. е. пятую часть номинальной мощности. Гребной винт с уменьшенным до 0,22 м диаметром на скорости 40 км/ч дает увеличение упора примерно на 25 %. При скорости лодки с нагрузкой около 32 км/ч оптимальным для «Вихря-М» является винт с шагом 0,24 м, а на тяжелых лодках, рассчитанных на движение со скоростями 20—25 км/ч, целесообразно применять «грузовые» вин-

ты с еще меньшим шагом $H = 0,21$ м при $D = 0,24$ м. И наоборот, при эксплуатации быстроходных мотолодок, развивающих скорость около 50 км/ч (например, при установке двух моторов), необходимо использовать «скоростные» винты с увеличенным до 360 мм шагом.

§ 2. Стационарные двигатели

В главе 2 коротко были рассмотрены проблемы, связанные с установкой стационарного двигателя на катерах, которые приходится решать судостроителю-любителю. В решении этих проблем строителям катеров окажет помощь основательное знакомство с книгой Ю. Н. Мухина и Б. Е. Синильщикова «Автомобильный двигатель на катере» («Судостроение», 1980 г.) и В. А. Лазарева «Автомобильные двигатели в катеростроении» («Судостроение», 1961 г.).

Наиболее доступным из маломощных стационарных двигателей, приспособленных для установки на катерах, является «СМ-557Л», до последнего времени имеющийся в продаже в ряде областей Союза. Поэтому имеет смысл ознакомиться с установкой этого двухтактного карбюраторного двигателя на малом судне.

Техническая характеристика двигателя «СМ-557Л»

Число цилиндров	2
Диаметр цилиндра, мм	67,5
Ход поршня, мм	69
Рабочий объем, см ³	494
Степень сжатия	6
Мощность при 3400 об/мин	13,5
Удельный расход горючего, г/л.с.ч	370
Масса двигателя с реверс-редуктором, кг	43
Передаточное отношение редуктора	1 : 1,64

Двигатель снабжается двухлопастным гребным винтом диаметром 270 и шагом 268 мм, а также (в модификации «СМ-500В») водометным движителем (диаметр ротора — 178 мм, шаг — 130 мм, диаметр сопла — 130 мм).

Для установки на катере этот двигатель обладает такими ценными качествами, как малые габариты и масса, наличие холостого и заднего хода, охлаждение забортной водой. Завод поставлял эти двигатели комплектно с гребным валом, эластичной муфтой для соединения выходного вала редуктора с гребным, самоподжимным сальником дейдвуда, кронштейном гребного вала с резино-металлическим подшипником, глушителем, комплектом шлангов со штуцерами и инструментом. Несмотря на недостатки — неважные пусковые свойства, большой часовой расход горючего (почти 8 л/ч), высокая частота вращения гребного вала, снижающая эффективность работы двигателя на тяжелых водоизмещающих лодках, «СМ-557Л» нашел широкое применение на многих туристских, рыболовных и других судах.

На рис. 167 приводится общая компоновка механической установки с двигателем «СМ-557Л» на катере «Тюлень». Испытания катера показали, что вследствие высокой частоты вращения гребного вала и низкой скорости катера (13—14 км/ч) КПД гребного винта не превышал 0,48 даже при замене штатного винта на винт с меньшим шагом. В сильный ветер упора гребного винта едва хватало для обеспечения нормальной управляемости. Некоторый прирост тяги удалось получить, применив кольцевую профилированную насадку гребного винта, однако для подобных катеров оптимальным был бы более экономичный и тихоходный четырехтактный двигатель, дающий на винте не более 1500 об/мин.

Валопровод. Для валопровода использованы детали (вал, муфта, дейдвудный сальник), поставляемые вместе с двигателем. Кронштейн гребного вала рекомендуется заменить; лучше поставить так называемый «закрытый» кронштейн, обеспечивающий лучшую защиту винта и руля от повреждений.

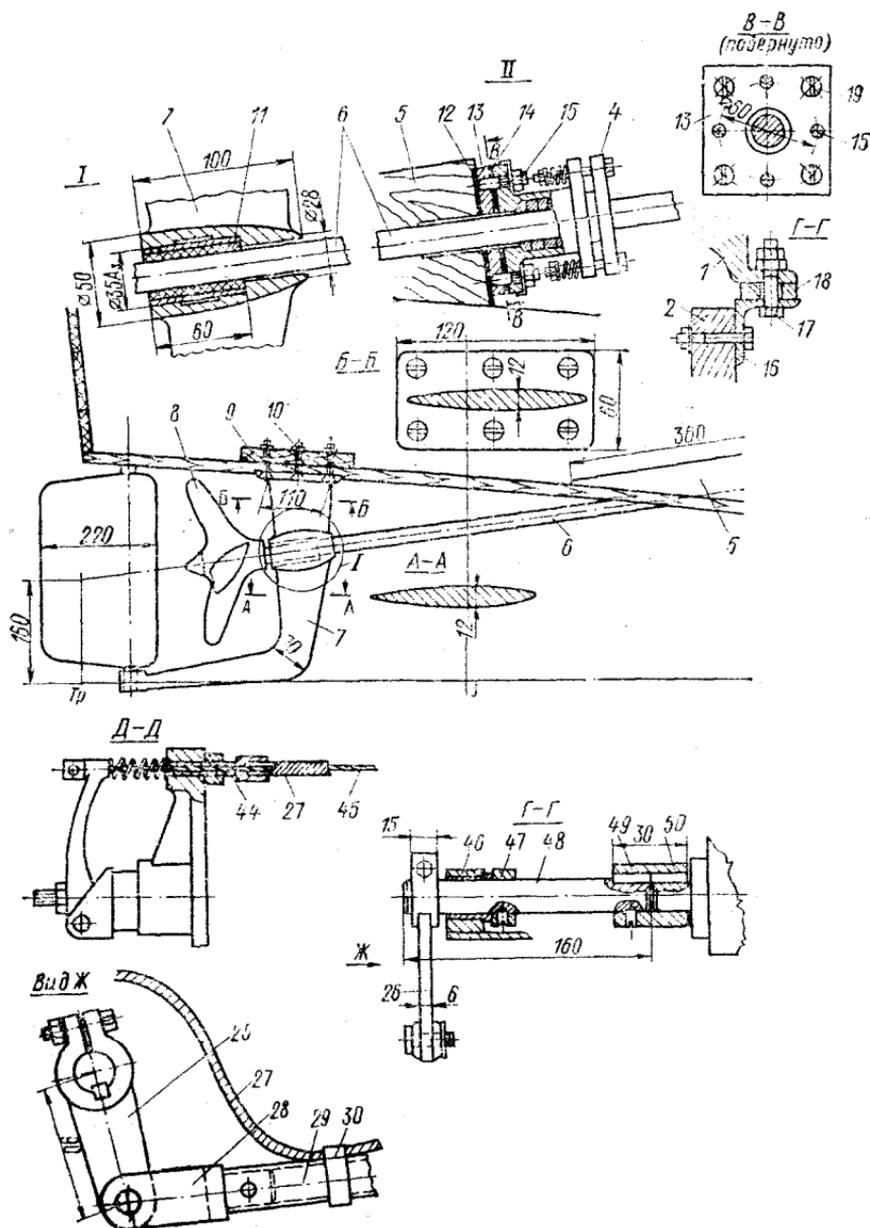
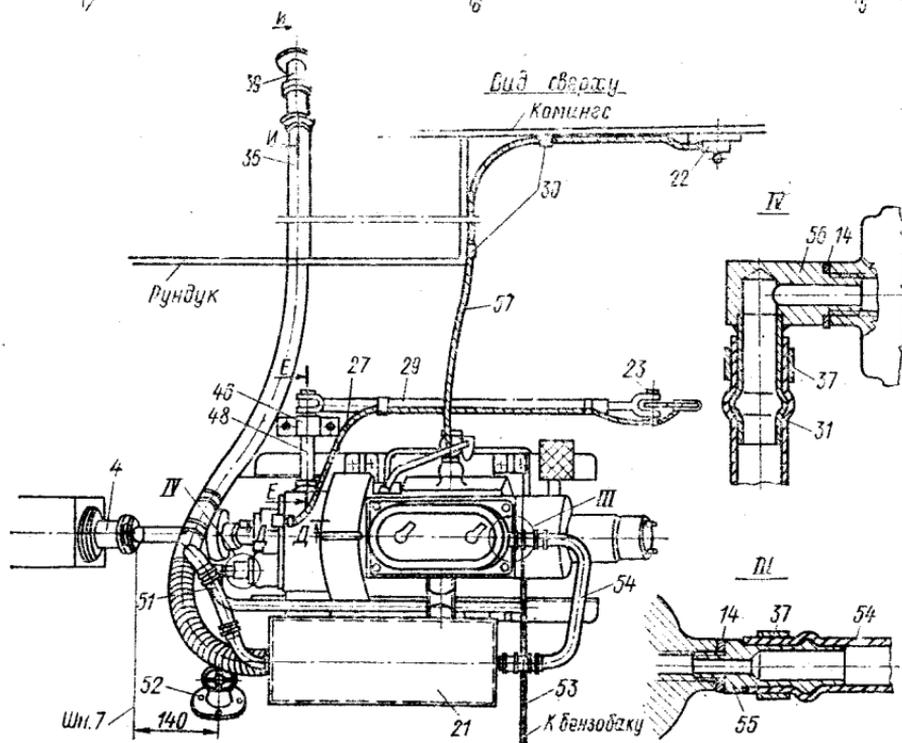
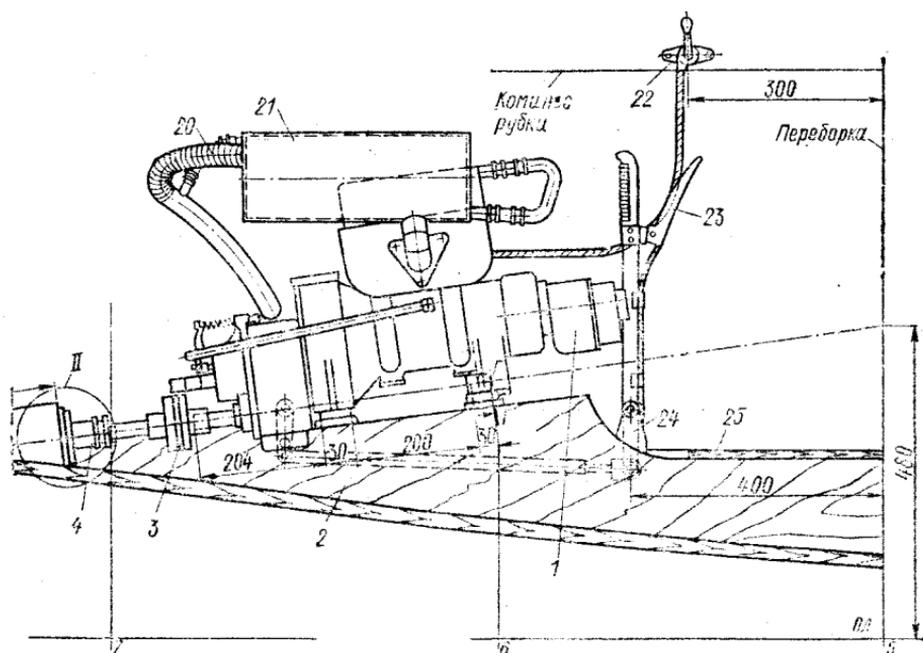


Рис. 167, а. Монтажный чертеж механической установки с двигателем «СМ-557Л». Поперечное сечение — см. на стр. 206.

1 — двигатель; 2 — фундаментный брус; 3 — соединительная муфта (поставляется с двигателем); 4 — дейдвудный салык (поставляется с двигателем); 5 — накладка дейдвуда 120 × 120; 6 — гребной вал $\varnothing 20$; 7 — кронштейн вала; 8 — гребной винт; 9 — подушка 20 × 120 × 150; 10 — винт М8; 11 — резино-металлический подшипник; 12 — парусина на сурике; 13 — планка 6 × 100 × 100; 14 — прокладка резиновая; 15 — шпилька М6 × 30 (4 шт.); 16 — угольник фундамента 4 × 40 × 40, $l = 450$; 17 — болт М3 × 45 (8 шт.); 18 — прокладка регулировочная 60 × 40 × 10 (бакелизированная фанера, дуб);



19 — шуруп 8×60 ; 20 — выхлопной патрубок 32×1 (приваривается к глушителю);
 21 — глушитель; 22 — манетка газа (поставляется с двигателем); 23 — рычаг реверса;
 24 — опора рычага реверса; 25 — напай; 26 — рычаг реверса; 27 — боуденовская

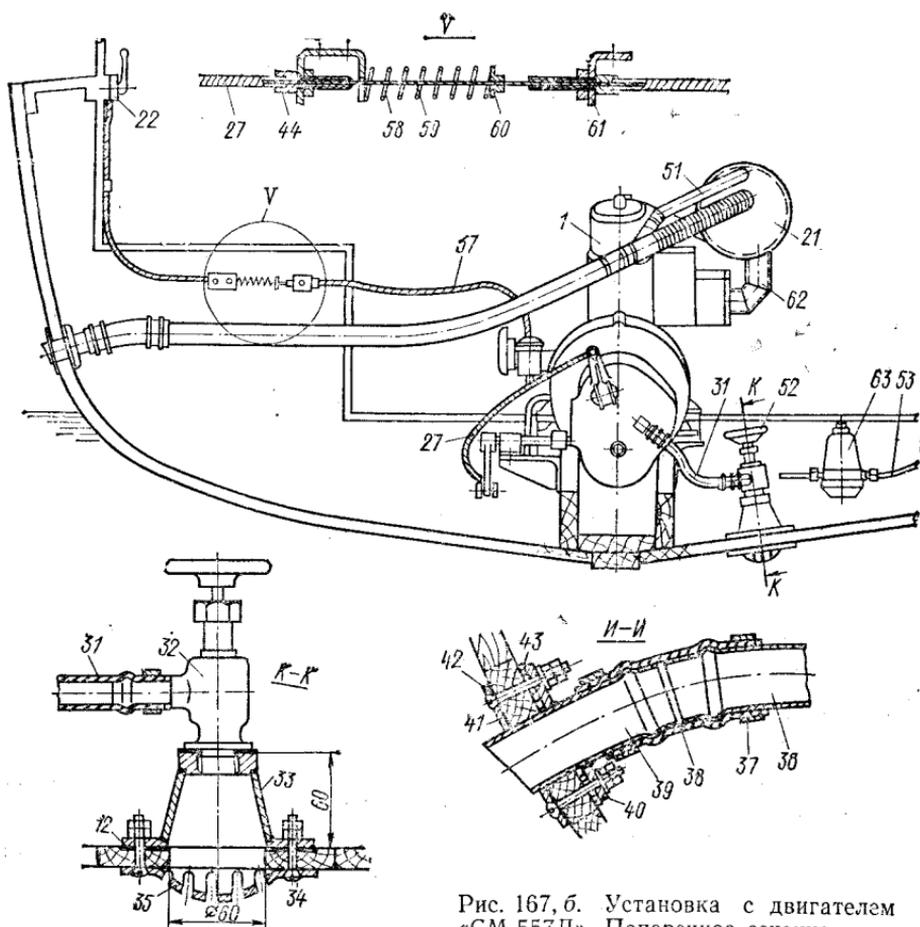


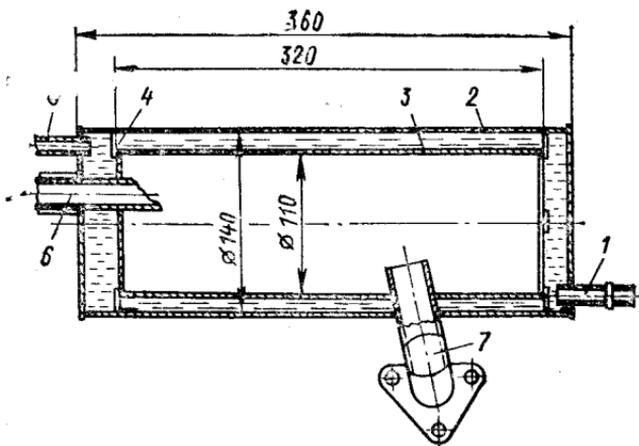
Рис. 167, б. Установка с двигателем «СМ-557Л». Поперечное сечение.

оболочка (от мотоколяски СЗА); 28 — вилка; 29 — тяга реверса (труба 18×1); 30 — скоба крепления боуденовской оболочки; 31 — шланг дюритовый \varnothing 18 подвода охлаждающей воды к двигателю; 32 — клапан угловой Ду18 (ВН 516—55); 33 — водозаборный раструб с фланцем крепления клапана к обшивке; 34 — винт М6 × 50; 35 — решетка, $\delta = 1,5 \div 2$; 36 — выхлопная труба 32 × 1; 37 — хомутик дюритового соединения; 38 — дюритовая муфта \varnothing 32, $l = 200$; 39, 40 — патрубок с фланцем \varnothing 90 × 3; 41 — накладка 90 × 2; 42 — прокладка (парусина на сурике или стеклоткань на оксидном компаунде); 43 — асбестовая изоляция; 44 — упор оболочки; 45 — трос сцепления \varnothing 1,8—2; 46 — опора валика реверса; 47 — стопорное кольцо; 48 — валик реверса \varnothing 15; 49 — муфта \varnothing 30/ \varnothing 5; 50 — шпонка 4 × 4 × 15 (2 шт.); 51 — отвод охлаждающей воды из глушителя (труба 18 × 1); 52 — кингстон охлаждающей воды в сборе; 53 — топливный трубопровод; 54 — подвод охлаждающей воды к глушителю (шланг \varnothing 18); 55 — штуцер прямой; 55 — штуцер подвода воды к насосу охлаждающей воды; 57 — трос управления дроссельной заслонкой карбюратора (в боуденовской оболочке); 58 — возвратная пружина; 59 — трос газа \varnothing 1,8—2; 60 — упор возвратной пружины (припаивается к тросу газа); 61 — угольник крепления боуденовской оболочки газа; 62 — сварной патрубок из трубы 42 × 2; 63 — топливный фильтр.

Дейдвудный сальник крепят к клиновому брусу, устанавливаемому на резенкиль. Способы пробивки и монтажа линии вала при таком варианте конструкции подробно описаны в § 6. Следует заметить, что пробиваться линия вала должна весьма точно, так как подправлять ее можно лишь за счет толщины прокладок 18 под лапами двигателя (см. рис. 167) и под плитой кронштейна, а также за счет небольшого смещения сальника 4, которое допускается его креплением на шпильках. Лучше же дать валу большую свободу в сальнике и в кронштейне. Сальник можно прикрепить к металлической сварной коробке

Рис. 168. Схема охлаждаемого глушителя.

1 — выпуск воды (труба 18×1); 2 — наружный кожух (сталь $\delta = 1$); 3 — корпус глушителя (сталь $\delta = 2$); 4 — соединительные планки 2×20 (8 шт.); 5 — отвод воды в выхлопную трубу (труба 15×1); 6 — неохлаждаемая часть выхлопной трубы; 7 — угловой патрубок с фланцем крепления к двигателю.



при помощи эластичного дюритового соединения, как показано на рис. 190, а кронштейн — выполнить с регулируемым

наклоном оси подшипника за счет поворота опорных плит относительно среднего болта (см. рис. 189). После окончательной центровки, когда гребной вал будет совершенно свободно проворачиваться рукой, просверливают отверстия под остальные болты, которые лучше поставить с плотной посадкой.

Топливная система. Расходный топливный бак располагают в кокпите у переборки каюты. Максимальная емкость бака составляет около 48 л; этого достаточно для непрерывного 7-часового хода катера. В трубопровод между баком и топливным насосом двигателя включают дополнительный фильтр для очистки горючего и запорный кран. Можно рекомендовать кран с отстойником, что применяются на автомобилях.

Система охлаждения. Для забора воды в систему охлаждения неплохо изготовить специальный кингстон — запорный клапан с коническим раструбом. Раструб нужен для того, чтобы уменьшить скорость потока воды на входе в систему, благодаря чему будет снижаться вероятность засасывания в трубопровод грязи. Клапан может быть применен любого типа; важно, чтобы его условный проход составлял 18 мм.

Из блока цилиндров вода поступает на охлаждение глушителя, а оттуда вприскивается в выхлопную трубопровод и вместе с отработавшими газами выбрасывается за борт. Вся система монтируется из шлангов с внутренним диаметром 18 мм на дюритовых соединениях.

Впрыскивание воды в выхлопную трубу снижает и шум и температуру газов, поэтому изолировать (асбестовым шнуром и тканью) можно не всю выхлопную трубу, а только небольшой ее участок у глушителя. Лучше, если вода будет поступать через несколько отверстий, расположенных равномерно по окружности выхлопной трубы, но можно ограничиться и простым вводом трубки (см. рис. 178).

Выхлопная труба. Приводим здесь эскиз охлаждаемого глушителя, который крепится к фланцу выхлопной трубы двигателя с помощью углового патрубка (рис. 168). Для уменьшения габарита этот патрубок лучше сварить из отдельных колен, вырезанных из трубы сечением 42×2 мм, а не гнуть. Неохлаждаемая часть выхлопной трубы (до ввода в нее воды) вваривается в глушитель и соединяется с основной трубой дюритовым соединением. Такое же соединение предусмотрено и при проходе этой трубы через борт, чтобы шум и вибрация не передавались на корпус катера.

В проекте предусмотрен вывод трубы на левый борт, так как по правому борту в кокпите должен оставаться свободный проход. Особое внимание нужно обратить на водонепроницаемость крепления выхлопной трубы к борту. Лучше всего здесь применить прокладку из стеклоткани на эпоксидном компаунде, набрав из слоев ткани слой, необходимый для плотного прилегания фланца трубы к обшивке. Разумеется, лучше вывести выхлопную трубу через транец, так как тогда меньше будет пачкаться борт, а дым не попадет в кокпит, однако труба при этом получается тяжелее и занимает в катере больше места,

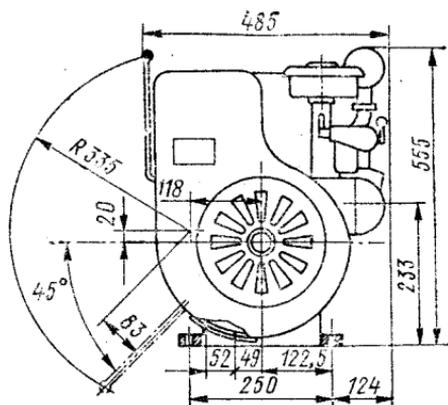
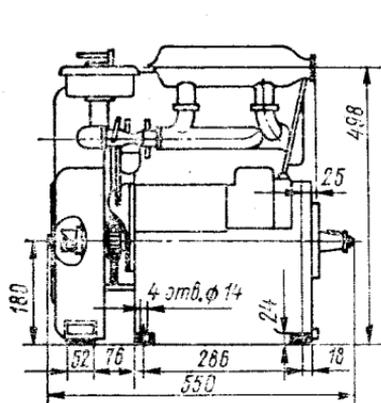


Рис. 169. Габаритный чертеж четырехтактного двигателя «УД2-М1».

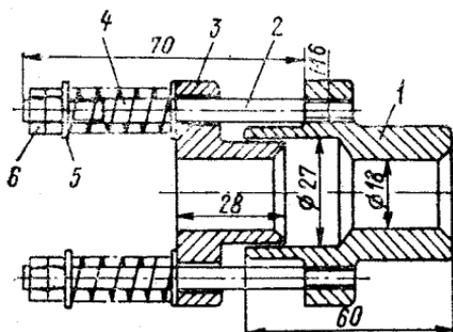


Рис. 170. Самоподжимной дейдунный сальник.

1 — корпус сальника; 2 — шпилька М6; 3 — гайка; 4 — пружина; 5 — шайба; 6 — гайка М6.

Дистанционное управление. Управление дроссельной заслонкой карбюратора осуществляется штатной манеткой газа, имеющейся в комплекте двигателя; она крепится на комингсе рубки под левой рукой водителя. Тросик газа заменяется более длинным, заключенным в боуденовскую оболочку. Для преодоления трения тросика в оболочке необходимо поставить возвратную пружину (непосредственно у карбюратора или, как это показано на рис. 167, на стенке рундука кокпита).

Т а б л и ц а 22. Технические характеристики двигателей серии «УД»

Характеристика	Модель двигателя		
	«УД2-М1»	«УД15»	«УД25»
Эксплуатационная мощность, л. с.	8	5	10
Частота вращения, об/мин		3000	
Число цилиндров	2	1	2
Диаметр цилиндра, мм	72	72	72
Ход поршня, мм	75	60	60
Рабочий объем, см ³	610	244	488
Степень сжатия	5,5	6,0	6,0
Удельный расход топлива, г/л.с.·ч	330	320	320
Габариты, мм:			
длина	550	410	530
ширина	485	455	455
высота	555	535	565
Масса, кг	72	41	52

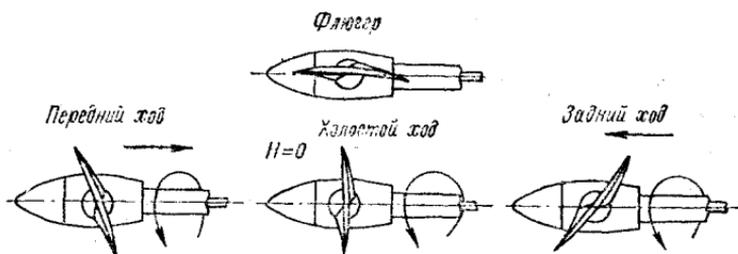


Рис. 171. Принцип работы ВРШ.

Рычаг реверса располагается по правую руку от рулевого. Подключение к двигателю осуществляется валиком 48 с муфтой, надеваемой на место штатного рычага реверса.

Для устранения люфта трубчатая тяга 29 снабжается (на одном конце) вилкой с резьбой, позволяющей регулировать длину тяги. Для рычага реверса используется штатная ручка, к которой подводится трос сцепления в боуденовской оболочке.

Для небольших водонезмещающих лодок с успехом могут быть использованы четырехтактные двигатели серии «УД» («Ульяновский двигатель») с воздушным принудительным охлаждением (табл. 22; рис. 169) от центробежного вентилятора на переднем конце коленчатого вала. Изготовив простейшую муфту, эти двигатели можно соединить с реверс-редуктором от двигателя «СМ-557Л» и тем самым получить полноценный лодочный двигатель. Важно только обеспечить свободный подток охлаждающего воздуха к вентилятору и выход подогретого воздуха без помех для экипажа лодки. Кроме того может потребоваться устройство простейшего водо-масляного холодильника в виде змеевика из медной трубки диаметром 8—12 мм, помещенного в картер. Вода в змеевик может подаваться за счет избыточного давления за нагнетающей стороной лопасти гребного вала (см. рис. 176). Второй конец трубки выводится за борт.

Гребной вал, кронштейн и прочие узлы линии вала могут быть выполнены аналогично приведенной установке с двигателем «СМ-557Л». Гребной вал диаметром 16—20 мм рекомендуется сделать из конструкционной стали с последующей термической обработкой и антикоррозийным покрытием. Дейдвудная труба — стальная, с внутренним диаметром 25—30 мм. На внутреннем ее конце (лучше всего при помощи дюритового шланга и стяжных хомутиков) нужно закрепить самоподжимной сальник (рис. 170). Такая эластичная конструкция не требует тщательной центровки сальника.

Расходный бензобак для двигателя «УД2» необходимо располагать примерно на 150 мм выше уровня поплавковой камеры карбюратора. Двигатели «УД15» и «УД25» имеют бензонасосы, поэтому бензобаки могут быть установлены в любом месте.

Очень важно добиться чтобы двигатель на катере работал с номинальной частотой вращения — это необходимо для эффективного воздушного охлаждения. Если обороты ниже номинальных (гребной винт «тяжел»), двигатель перегревается. Важно также поддержание постоянного давления масла в системе смазки, которое должно контролироваться по указателю давления, хорошо видимому с поста управления лодкой.

При отсутствии реверс-редуктора с двигателями марки «УД» может быть применен винт регулируемого шага (ВРШ), чертежи которого представлены на рис. 172. ВРШ позволяет менять скорость катера от максимальной до положения «Стоп», а также давать задний ход без изменения направления вращения гребного вала (рис. 171) — только за счет разворота лопастей. ВРШ позволяет идти самым малым ходом без опасения, что двигатель заглохнет или перегреется, всегда иметь шаг винта, близкий к оптимальному и обеспечивающий экономичную работу двигателя. Лопастей ВРШ поворачиваются вокруг своей оси дистанционно — с поста управления катером.

Винт имеет диаметр 370 мм и рассчитан для установки на шлюпке с двигателем 8 л. с. при 1000 об/мин (рис. 172, а). В корневой части лопасти 9 нахо-

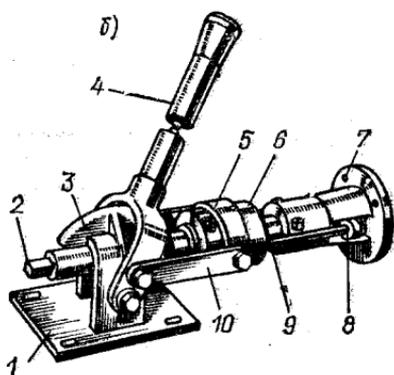
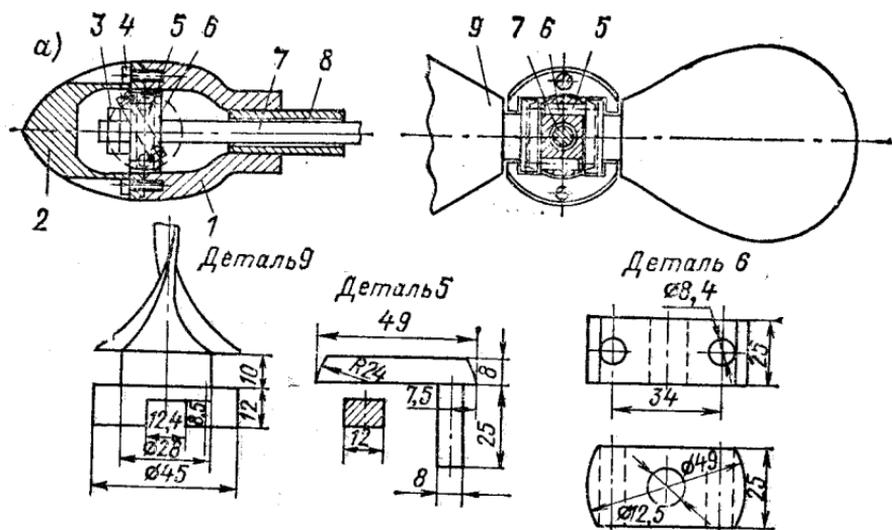


Рис. 172. ВРШ поводкового типа (а):
1 — ступица; 2 — обтекатель; 3 — чайка; 4 — винт; 5 — сухарь; 6 — поводок; 7 — штанга; 8 — гребной вал; 9 — комель лопасти.

привод управления шагом (б):
1 — кронштейн; 2 — штанга; 3 — сектор; 4 — рукоятка с фиксатором; 5 — неподвижное кольцо; 6 — вращающееся кольцо; 7 — фланец муфты; 8 — траверса, соединенная со штангой 2; 9 — тяга; 10 — соединительная планка; 11 — гребной вал.

дится паз, в который входит сухарь 5. Его палец вставляется в отверстие поводка 6, закрепленного на штанге 7 гайками 3. Штанга проходит в пустотелом гребном валу 8, на кормовом конце которого запрессована ступица 1. Обтекатель ступицы 2 крепится винтами 4.

При перемещении штанги 7 и связанного с ней поводка 6 вдоль оси вала усилие передается через пальцы на сухари 5, которые поворачивают лопасти.

На рис. 172, б показано устройство для управления шагом винта, устанавливаемое внутри лодки. Рукоятка 4 связана планками 10 с неподвижным кольцом 5, соединенным с вращающимся кольцом 6. В последнем имеются отверстия, через которые кольцо соединено со штифтом, запрессованным в штангу 2. Для прохода штифта в стенках полого вала профрезеровано овальное отверстие.

При использовании ВРШ необходимо установить на внутреннем конце дейдвудной трубы упорный подшипник, который передает упор от гребного вала на конструкцию корпуса. Опоры коленчатого вала двигателей «УД» на такую нагрузку не рассчитаны.

Обычные радиально-опорные шарикоподшипники способны воспринимать осевую нагрузку, равную 20—25 % допустимой для них радиальной нагрузки. Если упор гребного винта превышает эту величину, необходимо применить радиально-упорные сферические или даже конические подшипники. Согласно рекомендации Речного регистра РСФСР упорный подшипник должен воспринимать осевое усилие, в 10 раз превышающее мощность двигателя в лошадиных силах,

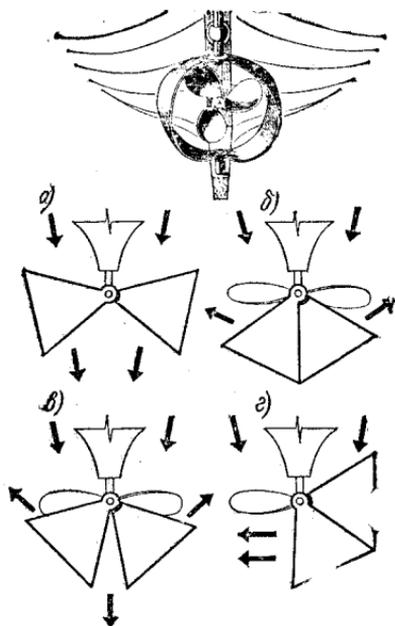


Рис. 173. Реверсивный руль-насадка Китчена.

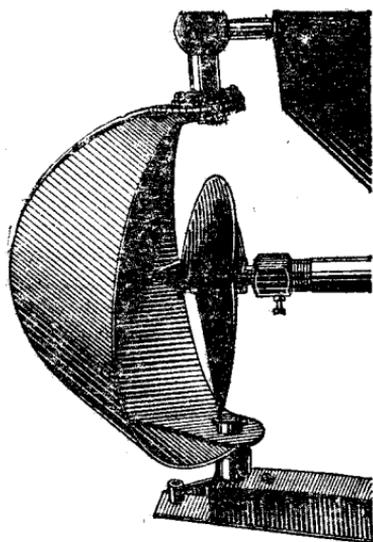


Рис. 174. Створки руля в положении заднего хода.

Помимо изменения направления вращения гребного вала, т.е. способа реверсирования чисто механического, существуют еще гидродинамические способы реверсирования движения катера. В основе их лежит принцип использования реакции струи воды, отбрасываемой двигателем. Этот принцип положен в основу конструкции реверсивного руля Китчена и заслонок водометного движителя (см. рис. 24).

Руль Китчена, состоящий из двух створок, поворачивающихся относительно вертикальной оси, можно рекомендовать для водоизмещающих тихоходных катеров, на которых устанавливаются маломощные двигатели типов «Л6», «Л12» или «УД». На быстроходных глиссирующих катерах подобное устройство заметно увеличивает сопротивление воды движению судна, при повороте и реверсировании испытывает большие нагрузки и требует значительных усилий для управления, что заставляет усложнять конструкцию привода.

Руль Китчена (рис. 173) позволяет не только управлять поворотом судна, но и давать ему задний ход при неизменном направлении вращения гребного вала. На переднем ходу створки лишь слегка сужают отверстие насадки; струя воды от винта направлена назад (рис. 173, а). Для того чтобы дать задний ход, створки плотно сдвигают так, что реактивная струя отбрасывается вперед под углом к оси винта (рис. 173, б и 174). В промежуточном положении, при частичном открытии створок, судно получает небольшой ход вперед или стоит на месте (рис. 173, в), хотя двигатель работает с постоянным числом оборотов. Наконец, поворачивая закрытые створки на один борт, можно развернуть судно без хода на одном месте (рис. 173, г).

Створки насадки Китчена можно изготовить из листовой стали или дюралюминия толщиной 3—4 мм. Одна из створок соединяется с трубчатым баллером, внутри которого проходит сплошной баллер второй створки. Створки нормально раскрыты благодаря спиральной пружине (можно взять от кикстартера мотоцикла). Оба баллера приводятся в совместное вращение при помощи штуртросов. Для того чтобы закрыть створки, штуртрос натягивают педалью или рычагом, преодолевая силу сжатия пружины. Управляют поворотом насадки через штурвал.

§ 3. Системы охлаждения

Помимо стационарных двигателей с воздушным охлаждением в практике любительского судостроения возможно использование разного рода универсальных и транспортных двигателей с водяным охлаждением. Оставляя в стороне вопросы выбора оптимального режима эксплуатации таких двигателей на катерах и расчет элементов системы охлаждения (они подробно рассматриваются в упомянутых книгах), познакомимся с принципиальными конструктивными решениями.

Наиболее простая — открытая (одноконтурная) система охлаждения, в которой охлаждение двигателя осуществляется забортной водой непосредственно. Возможны три варианта такой системы.

В первом варианте забортная вода подается самотеком, т.е. за счет скоростного напора, действующего на открытое в сторону движения отверстие водозаборника на днище лодки. Этот вариант может быть использован при конвертировании двигателей, не имеющих насоса охлаждающей воды, конкретно — на двигателях «ЛЗ/2» и «Л6/3», выпуск которых давно прекращен, но которые, тем не менее, не утратили своей популярности благодаря высокой надежности и экономичности. Принцип действия такой системы охлаждения показан на схеме (рис. 175, а). При движении катера забортная вода за счет скоростного напора захватывается водозаборником 1, выполненным в виде козырька, и через кингстон 2 по трубе 3 поступает в зарубашечное пространство двигателя. Оттуда она выпускается в выхлопную трубу 4 и выбрасывается за борт.

Необходимыми условиями функционирования системы являются: скорость хода лодки не менее 12 км/ч и достаточно низкая относительно ватерлинии установка двигателя, так как поднять воду за счет только скоростного напора выше чем на 200—250 мм практически невозможно. Для создания большего напора водозаборник может быть установлен непосредственно за гребным винтом, что даст возможность использовать отбрасываемую лопастями струю воды (рис. 176). Загнутый конец трубки-водозаборника, направленный против хода лодки, располагается в зоне наибольшего давления, развиваемого работающим гребным винтом, — примерно на расстоянии 1/3 длины лопасти от ее края в радиальном направлении. Расстояние от среза трубки до лопасти винта в осевом направлении должно составлять 10—12 мм.

Недостатком этой системы является отсутствие циркуляции охлаждающей воды при работе двигателя на стоянке.

Более универсальной и надежной является система охлаждения, показанная на рис. 175, б, в которой предусматривается подача забортной воды с помощью насоса 6 забортной воды. Вода, поступающая в систему через фильтр 5, прокачивается насосом 6 последовательно через холодильник масла 8, охлаждаемый выхлопной коллектор 9, зарубашечное пространство двигателя и поступает в выхлопную трубу 4. Между холодильником масла и насосом установлен ручной манипуляторный кран 7, позволяющий регулировать температуру воды на выходе из двигателя. Открывая этот кран, можно часть воды отводить, минуя холодильник масла и двигатель, прямо в выхлопную трубу. Регулируя таким образом подачу воды, можно поддерживать нужную температуру двигателя.

Наконец, третий вариант системы одноконтурного или прямого охлаждения двигателя (см. рис. 175, в), в котором температура воды в системе автоматически регулируется с помощью термостата 10.

При прогреве двигателя, когда вода холодная, основной клапан термостата закрыт. В этом случае вода, пройдя через холодильник и двигатель, не выбрасывается за борт, а возвращается назад, во всасывающую трубу насоса. Образуется замкнутый цикл, который действует до тех пор, пока вода не разогреется до нужной температуры (для автомобильных двигателей — 80—90 °С).

При охлаждении двигателя непосредственно забортной водой существует опасность перегрева двигателя, особенно, если в системе не предусмотрен термостат. На стенках блока цилиндров выпадают в осадок соли, образуя слой напички с плохой теплопроводностью, следствием чего становится перегрев стенок цилиндров с возможными заклиниваниями поршней, задирками зеркала цилинд-

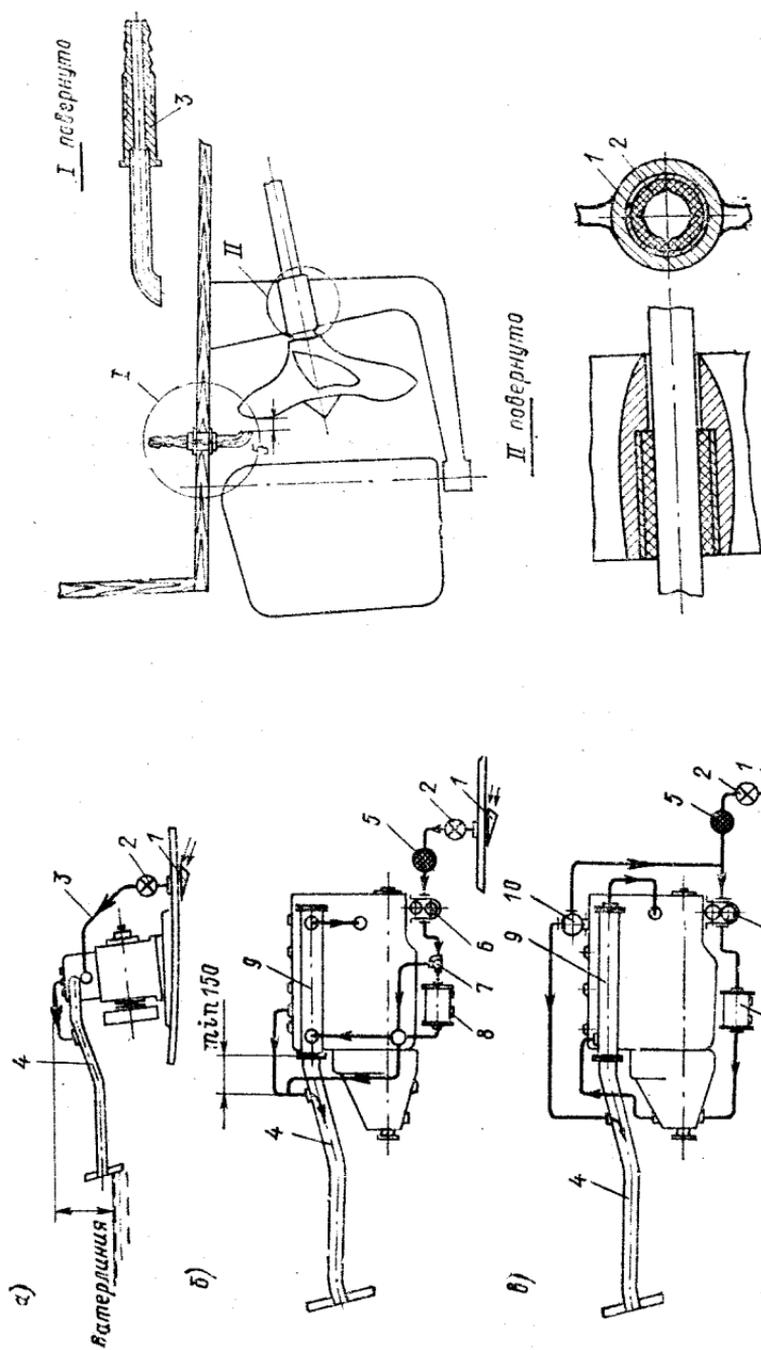


Рис. 176. Водозаборник и резино-металлический подшипник в кронштейне.
 1 — металлическая втулка; 2 — вулканизированная резина; 3 — водозаборник системы охлаждения.

Рис. 175. Схемы охлаждения двигателя заборной водой: а — простейшая система, работающая за счет всасывания; б — система с насосом и мануляторным краном; в — система с насосом и термостатом.

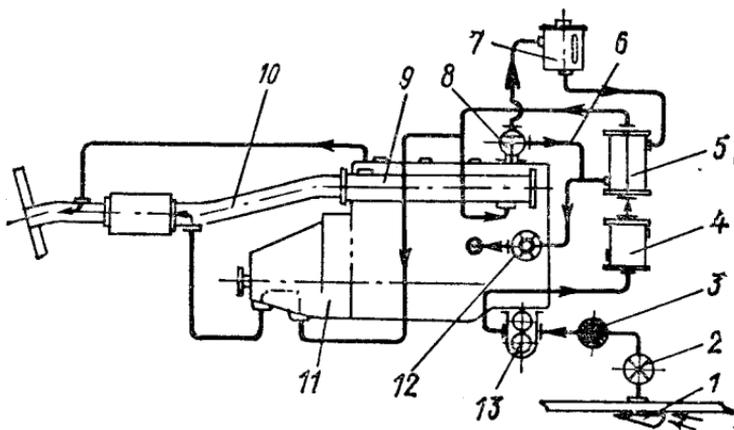


Рис. 177. Схема замкнутого охлаждения конвертированного автомобильного двигателя «М-51».

ров, поломкой колец и т. п. От подобного перегрева не спасает даже термостат, так как он регулирует только температуру самой воды в системе охлаждения.

Учитывая это, описанные системы охлаждения двигателей забортной водой с включением в систему термостата можно применять в случаях, когда мощность двигателя используется лишь частично. Вода перед входом в зарубашечное пространство двигателя должна предварительно прогреваться путем пропуска ее через охлаждаемый глушитель, выхлопной коллектор, водо-масляный холодильник и только после этого подаваться на вход штатного насоса системы охлаждения.

Более сложными по устройству, но зато и более надежными в эксплуатации являются системы охлаждения, работающие по замкнутому циклу, или двухконтурные. Для охлаждения двигателя в них используется чистая пресная вода, которая циркулирует так же, как и при работе двигателя на автомобиле. Вместо радиатора, в котором у автомобиля температура воды понижается за счет воздушного обдува, здесь устанавливаются специальные водомасляные и водоводяные холодильники, омываемые забортной водой. Одна из наиболее распространенных схем такой системы охлаждения показана на рис. 177.

Забортная вода, так же как и в открытой системе, через заборник 1, кингстон 2 и фильтр 3 засасывается насосом 13 и прокачивается последовательно через холодильник масла 4, водо-водяной холодильник 5, выхлопной коллектор 9 (первый контур). Далее вода поступает в выхлопную трубу 10 и выбрасывается за борт. Часть забортной воды отводится для охлаждения реверс-редуктора 11.

Вода второго контура, охлажденная в водо-водяном холодильнике 5, специальным насосом 12 нагнетается в блок цилиндров. Оттуда она поступает в корпус термостата 8, далее — в расширительный бачок 7 и снова в холодильник 5. В холодном двигателе основной клапан термостата закрыт, и вода поступает, минуя холодильник 5, через перепускной клапан термостата по трубе 6 на вход насоса 12. После разогрева двигателя основной клапан термостата 8 открывается, а перепускной клапан закрывается, в систему включается холодильник.

Как видим, основной частью, отличающей систему с замкнутым циклом от открытой системы, является водо-водяной холодильник 5.

Возможны и другие варианты этой принципиальной схемы с учетом особенностей отдельных ее элементов, таких как производительность и напор насоса забортной воды, конструкция холодильников. В частности, холодильники могут быть внутренними, располагающимися в корпусе катера, и забортными или днищевыми, закрепленными снаружи корпуса и омываемыми забортной водой без использования специального насоса. Конструктивные размеры внутреннего холо-

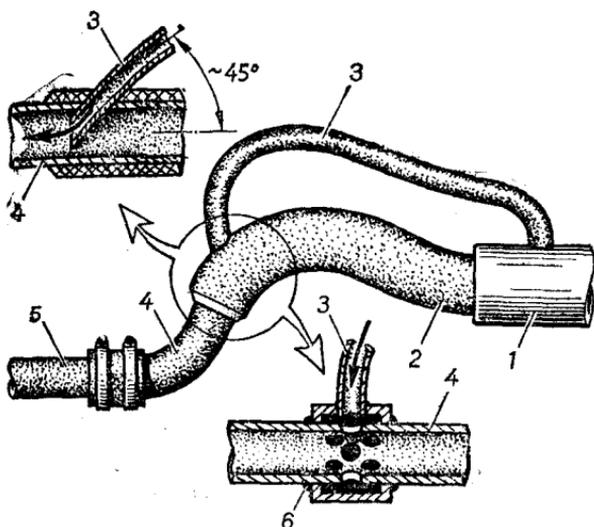


Рис. 178. Крепление выхлопной трубы с помощью дюритового соединения.

1 — глушитель; 2 — асбестовая изоляция; 3 — трубка для подачи воды к дюритовому колену; 4 — выхлопная труба; 5 — дюритовый участок выхлопной трубы.

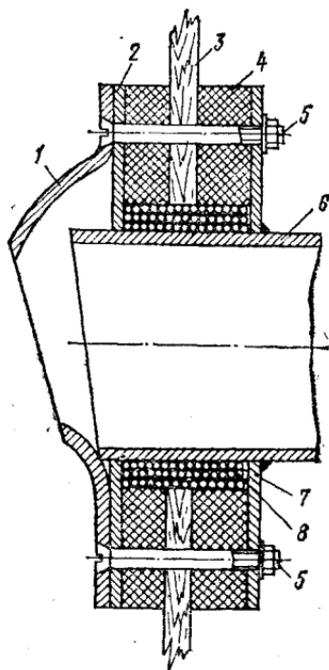


Рис. 179. Проводка выхлопной трубы за борт.

1 — кожух; 2, 7 — фланец; 3 — транец; 4 — уплотнение из резины; 5 — стяжной болт; 6 — выхлопная труба; 8 — асбестовый шнур \varnothing 5.

дильника выбираются из расчета обеспечения 45—55 см² поверхности теплообмена на 1 л. с. мощности двигателя. Забортные холодильники могут являться конструктивными элементами обшивки днища (особенно на металлических и пластмассовых катерах) или выполняться в виде обтекаемых рулей и транцевых плит. Охлаждающая площадь таких холодильников определяется из расчета 45—50 см² на 1 л. с. мощности двигателя, а если в замкнутую систему включен охлаждаемый выпускной коллектор двигателя — по 55—65 см². Часто такие холодильники выполняют в виде нескольких труб, закрепленных на днище параллельное киллю. Для изготовления забортных холодильников применяются некорродирующие материалы — латунь, алюминивно-магниево-сплавы, нержавеющая сталь.

Производительность насоса, прокачивающего забортную воду в системе охлаждения, должна быть не менее 40—50 л/ч на 1 л. с. мощности при наличии внутреннего водо-водяного холодильника и не менее 8—12 л/ч.л. с. для охлаждения с забортными днищевыми холодильниками. Могут быть использованы центробежные насосы автомобильных двигателей «ВАЗ», «ГАЗ-21» и др., шестеренчатые насосы, лопастные насосы с резиновой крыльчаткой от подвесных моторов «Вихрь» и «Нептун» (при установке двух насосов, работающих параллельно).

Насосы от подвесных моторов, так же как и шестеренчатые, — самовсасывающие, объемные; они обеспечивают стабильную подачу воды на малых оборотах.

Обязательный элемент замкнутой системы охлаждения — расширительный бачок, который располагается выше самой верхней точки внутреннего контура. Его емкость обычно составляет 15—20 % емкости системы.

Кроме охлаждения блока цилиндров при установке автомобильного двигателя на катере необходимо предусмотреть охлаждение масла. Для маломощного двигателя (15—30 л. с.) можно просто наварить рубашку, через которую пропускается забортная вода, прямо на поддон картера или разместить в нем змее-

вик из медной трубки достаточного сечения. Для более мощных двигателей, установленных на глиссирующих катерах и работающих, как правило, с большой нагрузкой, приходится делать специальный водомасляный холодильник.

Охлаждение выхлопного коллектора можно выполнить, напаяв на штатный коллектор один или несколько кожухов для охлаждающей воды. При выборе размеров кожуха необходимо учитывать, что минимальная площадь коллектора, соприкасающаяся с охлаждающей водой, должна быть равна 3—4 см² на 1 л. с.; максимальное расстояние между кожухами или кожухом и блоком двигателя не должно превышать 6—8 см.

Для охлаждения выхлопной трубы на расстоянии 200—300 мм от коллектора в нее вводится вода из системы охлаждения. Лучше всего делать это через штуцер, сваренный под острым углом к выхлопной трубе по направлению движения выхлопных газов (рис. 178). На рисунке показаны два варианта исполнения узла впрыска охлаждающей воды в выхлопную трубу. Нижний вариант предпочтительнее, так как обеспечивает мгновенное испарение воды и более эффективное глушение шума выхлопа. Глушитель снабжается водяной рубашкой и надежно изолируется асбестом.

Крепление выхлопной трубы в отверстии транца или борта должно осуществляться с учетом возможности продольных смещений ее в результате нагрева. Одна из возможных конструкций, отвечающих этим требованиям, приведена на рис. 179. Другой вариант эластичного крепления выхлопной трубы заключается в использовании дюритового соединения, которое должно охлаждаться водой, вводимой в полость выхлопной трубы в районе дюрита.

§ 4. Общие требования и установке двигателя на катере. Топливные баки

При установке двигателя на катере должны строго соблюдаться правила, обеспечивающие его безопасную эксплуатацию.

Так, в случае, когда с двигателя сняты автомобильные воздушные фильтры (в судовых условиях воздух в карбюратор поступает достаточно чистый, не засоренный пылью), вместо них должны быть поставлены простейшие фильтры-пламегасители с металлической сеткой.

В моторных отсеках необходимо предусмотреть систему вентиляции, обеспечивающую приток воздуха, требующийся для работы двигателя при закрытых дверцах отсека или при опущенном кожухе.

Топливные баки располагают в отсеке, изолированном от места расположения механической установки, камбуза и пассажирских помещений. Вблизи баков не должна проходить электропроводка или газовыпускной трубопровод двигателя. В крайнем случае, если нет возможности разместить бензобаки в изолированном от двигателя отсеке, их следует отгородить съемным щитом из негорючего материала; расстояние от бака до двигателя или газовыпускного трубопровода должно быть не менее 800 мм. Все узлы топливной системы должны находиться на стороне, противоположной выхлопному коллектору.

Аккумуляторы нельзя устанавливать не только рядом с бензобаками, но и в одном отсеке с двигателем. Лучше всего расположить их в отдельном хорошо вентилируемом шкафу-ящике, причем на вентиляционных каналах такого шкафа размещать какую-либо пламепрерывающую арматуру или сетку не следует.

Топливные баки не рекомендуется изготавливать из латуни или оцинкованной стали, которые подвержены сильной коррозии. Если нет возможности сделать баки из стальных листов со специальным нефтестойким покрытием внутренней поверхности, то лучше использовать алюминиевые сплавы или нержавеющую сталь. В промышленных условиях топливные баки иногда делают из стеклопластика, но любителям рисковать не стоит: при недостаточно тщательном формировании и плохой пропитке такие бензобаки могут фильтровать горючее и тем самым создавать опасность взрыва и пожара. Кстати, в конструкцию моторного отсека на случай возможного взрыва желательно вводить легкосбрасыва-

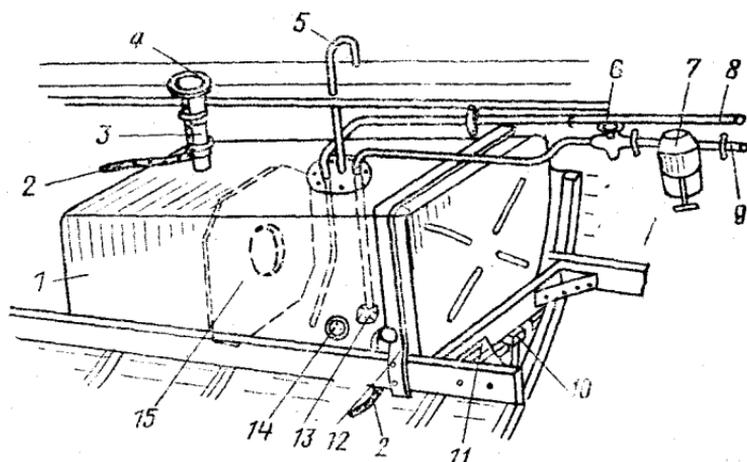


Рис. 180. Топливный бак и его крепление на катере.

1 — бак; 2 — заземление; 3 — заправочный трубопровод; 4 — заливная горловина (палубная втулка); 5 — воздушная трубка; 6 — запорный кран; 7 — фильтр; 8 — трубка возврата топлива; 9 — топливный трубопровод к двигателю; 10 — основание бака; 11 — раскрепляющие кницы; 12 — металлический бандаж; 13 — топливозаборник; 14 — уровнемер; 15 — отбойная переборка.

ваемый элемент, например крышки люков. Площадь люка определяется исходя из нормы $0,05 \text{ м}^2$ на 1 кубометр объема отсека.

В судовых условиях следует предпочитать узкие и высокие топливные баки с малой свободной поверхностью топлива, расположенные длинной стороной параллельно ДП. В таких баках топливо меньше перемешивается и оказывает меньшее влияние на остойчивость судна. Если поверхность бака получается большой, ее следует разделить на несколько частей, установив внутри отбойные переборки, не препятствующие, однако, свободному перетеканию топлива.

Надежному креплению бензобаков в корпусе катера следует уделить особое внимание (рис. 180). Прежде всего, масса бака с горючим должна восприниматься корпусной конструкцией. Смещение его в продольном и поперечном направлениях должны препятствовать солидные бруски и кницы. К бортам бак должен быть закреплен при помощи прочных бандажей из стальной полосы. Желательно конструкции корпуса вблизи баков и в моторном отсеке окрасить маслостойкими красками, так как топливо вредно воздействует на древесину.

Забор горючего из бака должен осуществляться через верхнюю стенку с тем, чтобы исключить возможность утечки топлива в трюм. Лучше всего на верхней части бака разместить горловину достаточно большого диаметра с герметично закрываемой (на винтах и с прокладкой) крышкой, через которую можно осуществлять осмотр, очистку и ремонт бака. На этой горловине можно смонтировать ввод всех трубопроводов: заливной горловины, заборник топлива, воздушную трубку и (для дизелей) трубку возврата топлива в бак. Все соединения трубопроводов с баком лучше выполнять на дюритовых шлангах, закрепляемых при помощи стяжных хомутиков. Такие соединения защищают трубопроводы от действия вибрации, которая передается двигателем. Для топливных трубопроводов обычно применяются красномедные трубки.

Топливозаборник рекомендуется не доводить до дна бака на 15—20 мм, так как здесь скапливается вода и грязь, которые, попав в топливную систему, вызывают перебои в работе двигателя. Воздушная трубка выводится обычно на верхнюю палубу на некоторую высоту над ней, где ее конец защищается пламегасящей сеткой. Иногда конец воздушной трубки выводится в транец или борт; при этом на ней делается «гусек» — изгиб под палубу на высоту не менее 300 мм с тем, чтобы исключить попадание в систему воды. Заливные горловины

чаще всего делаются с резьбовыми пробками, завинчивающимися вровень с палубным настилом. В таких случаях важно обеспечить водонепроницаемое закрытие горловины и обеспечивать при заправке чистоту палубы. Горловины должны располагаться с внешней стороны комингса кокпита, чтобы случайно пролитое при заправке топливо не попадало в трюм катера. Металлический патрубок горловины, так же как и бандажи, которыми крепятся баки, должен быть заземлен на общую шину. При заправке топливом и перемещении топлива при качке не исключено образование статического электричества, которое может дать искру.

Все резьбовые соединения трубопроводов должны иметь надежные уплотнения, а на выходе из бака питающий двигатель трубопровод должен быть снабжен запорным краном. В конструкции топливной системы необходимо предусмотреть фильтр и возможность периодического спуска отстоя из баков.

Хорошей практикой является хранение запаса горючего не в одном большом баке, а в нескольких, с отдельной подачей питания на двигатель. Это позволяет сохранить часть топлива в случае аварии с баком или его трубопроводом, а также питать двигатель в штормовую погоду из более полного бака, во избежание прорыва воздуха в систему.

§ 5. Реверсивно-редукторные передачи

Автомобильный двигатель снабжен муфтой сцепления и коробкой передач, имеющей три-четыре передних и одну заднюю передачу. Для катера достаточно иметь одну переднюю и одну заднюю передачу. Тем не менее без существенных переделок устанавливать на катер коробку передач не рекомендуется. Во-первых, при использовании прямой передачи (без редукции, 1:1) число оборотов гребного вала оказывается слишком высоким для большинства катеров. КПД гребного винта получается низким и мощность двигателя используется не полностью. Во-вторых, при переключении на задний ход число оборотов винта резко падает — передаточное число коробки двигателя «М-21», например, составляет на заднем ходу 1:4, а в коробках грузовых автомобилей и того более. Катер практически не имеет заднего хода.

Если использовать промежуточные передачи коробки, можно получить приемлемые обороты гребного винта на переднем и заднем ходу, однако шестерни промежуточных передач не приспособлены для длительной работы под нагрузкой. Выход может быть найден в замене рабочих шестерен на другие, с более широким зубом.

Для обеспечения приемлемого заднего хода можно воспользоваться вариантом, предложенным И. И. Борелем. Вместо второй шестеренчатой передачи в коробке двигателя «М-21» он применил цепную передачу с двухрядной моторной цепью и звездочками от мотоцикла «Иж-Юпитер». При этом передаточное отношение к ведомому валу стало 1:2,5, а направление его вращения изменилось на обратное (рис. 181, 182).

Для переделки коробки она полностью разбирается, а блок шестерен протачивается, как показано на эскизе, под посадку звездочки. Для этого на токарном станке с блока шестерен удаляются зубья шестерен второй и третьей передач и заднего хода. Сделать это можно резцом с победитовой пластиной.

Ступицы звездочек растачиваются под посадочный диаметр 38,5 мм; затем звездочки напрессовываются: одна — на блок шестерен, а другая — на ступицу шестерни второй передачи и прихватываются электросваркой в трех местах по окружности.

Для натяжения цепи на месте удаленной шестерни заднего хода устанавливается рычаг, на конце которого монтируются два небольших шарикоподшипника, катящихся по роликам цепи. Натянув цепь с помощью этого рычага втулку, рычаг фиксируют при помощи гайки на конце его валика, выступающем снаружи картера коробки передач.

Переключение с переднего хода на нейтраль и задний ход производится рычагом второй и третьей передач, поэтому рычаг переключения первой пере-

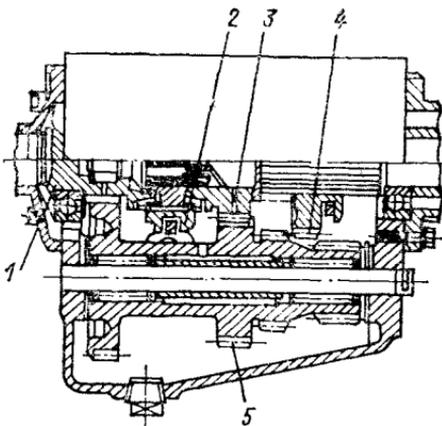


Рис. 181. Коробка передач от автомобиля «ГАЗ-21» («Волга»).

1 — ведущий вал; 2 — синхронизатор; 3 — шестерня второй передачи; 4 — шестерня первой передачи; 5 — блок шестерен.

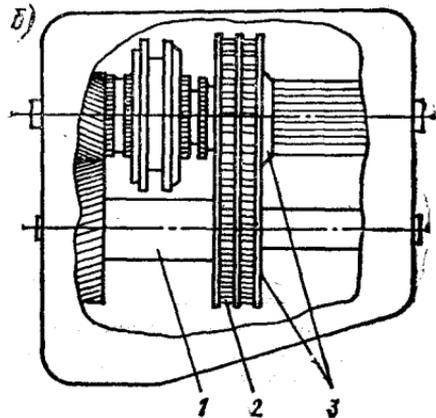
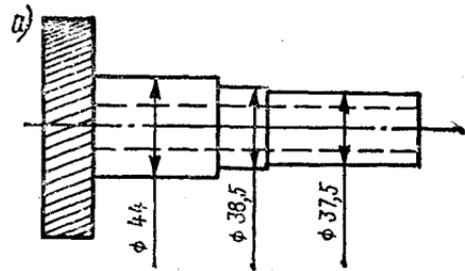


Рис. 182. Переделки коробки передач: а — блок шестерен, обработанный под посадку моторной звездочки; б — установка моторной цепи в реверс-редуктор.

1 — блок шестерен; 2 — моторная цепь; 3 — звездочки.

дачи демонтируется, а отверстие для него, имеющееся в стенке картера, глушится болтом.

По этому принципу можно переделать практически любую коробку передач, а в случае необходимости понижения числа оборотов гребного вала можно использовать редуктор простейшей конструкции.

Следует помнить, что при всех случаях использования автомобильных коробок передач в качестве катерного реверс-редуктора необходимо в системе вала-провода устанавливать упорный подшипник, который воспринимал бы осевое давление, создаваемое гребным винтом на переднем и заднем ходу.

Из числа самодельных реверсивных передач можно привести сборочный чертеж реверс-редуктора, разработанного киевскими любителями В. Г. Шкилем и Г. И. Чухраем (рис. 183). Редуктор рассчитан на передачу мощности до 75 л. с. при крутящем моменте до 18 кгс·м. Редуктор имеет небольшие габариты (372 × 275 × 300 мм) и массу 30 кг, он крепится непосредственно на двигателе коробки передач. Передаточное отношение, одинаковое на переднем и заднем ходу, равно 1,5.

В качестве реверсивного устройства в конструкции использован дифференциал заднего моста от автомобиля «Волга М-21». Сцепление на двигателе сохраняется, удаляется только выжимная муфта. Реверсирование осуществляется перемещением корпуса дифференциала 12 до зацепления с храповыми муфтами 10 или 20 (на чертеже показано нейтральное положение).

Корпус редуктора 8 может быть изготовлен литым из алюминиевого сплава АЛ-9 или сварной конструкции — из стали. Он является дополнительной опорой для всей силовой установки.

Для уменьшения шумности и повышения надежности зубчатого зацепления шестерни 24 и 37 рекомендуется сделать с косым зубом. Как показал опыт эксплуатации, охлаждение редуктора забортной водой не требуется.

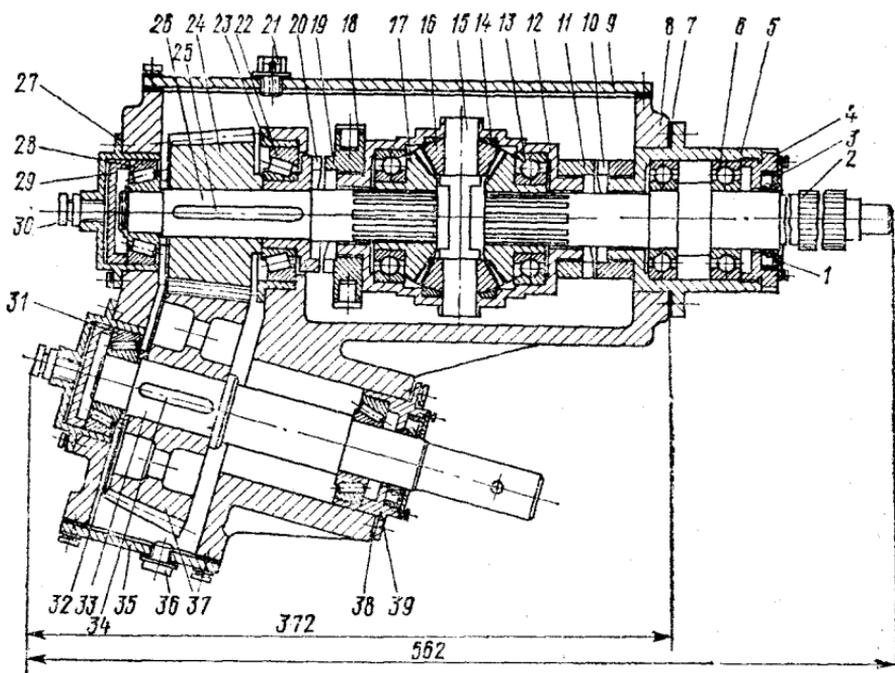


Рис. 183. Реверс-редуктор с дифференциалом

1 — крышка; 2 — ведущий вал; 3 — сальниковая манжета; 4 — обойма; 5, 27, 39 — корпус подшипника; 6 — шарикоподшипник № 207; 7, 38 — прокладка; 8 — корпус редуктора, сплав АЛ-9; 9 — крышка корпуса, Д16; 10, 11, 19, 20 — храповики, Ст. 45; 12 — корпус дифференциала; 13 — шарикоподшипник № 36208; 14 — упорная шайба, БрАЖ9; 15 — крестовина сателлитов, Ст. 45; 16 — сателлит; 17 — шестерня дифференциала; 18 — вилка переключения реверса; 21 — пробка с воздушником; 22 — роликоподшипник № 7208; 23 — втулка; 24 — шестерня, Ст. 45; 25, 34 — шпонка; 26 — промежуточный вал, Ст. 40Х; 28 — роликоподшипник № 7305; 29 — регулирующий стакан; 30 — регулирующий болт с контргайкой; 31 — роликоподшипник № 7206; 32 — кольцо; 33 — выходной вал, Ст. 40Х; 35 — крышка, Д16; 36 — сливная пробка; 37 — шестерня, БрАЖ9.

§ 6. Монтаж двигателя и гребного вала на катере

Диаметр d гребного вала выбирается в зависимости от мощности N двигателя, частоты его вращения n и коэффициента B , характеризующего прочность металла на скручивание (для углеродистой стали $B = 82$, для легированной — 69), по формуле

$$d = B \sqrt[4]{\frac{N}{n}} \text{ мм.}$$

Наибольший допустимый пролет гребного вала между опорами L определяется в зависимости от его диаметра по формуле

$$L = 910 \sqrt{\left(\frac{d}{10}\right)^2} \text{ мм.}$$

При большей длине пролета необходимо устанавливать дополнительные опорные подшипники.

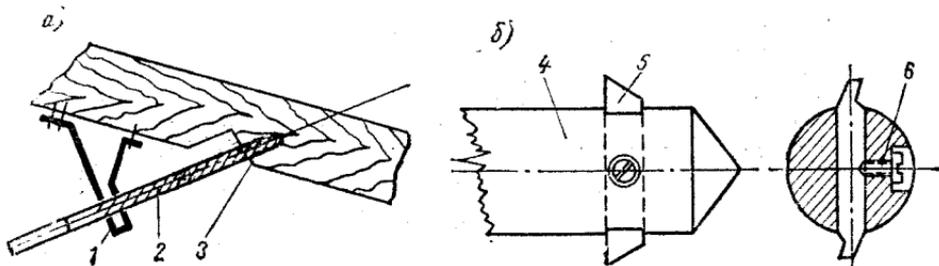


Рис. 184. Приспособления для сверления отверстия под дейдвудную трубу: а — кронштейн-кондуктор; б — расточка.

1 — направляющий кронштейн-кондуктор; 2 — сверло; 3 — киль с вырубкой; 4 — направляющий стержень; 5 — резец; 6 — стопорный винт.

Для установки двигателя на фундамент сначала необходимо сделать эскиз его расположения, положения вала и подшипников. Затем по эскизу отмечают точку выхода гребного вала на киле или на ахтерштевне и в этой точке просверливают центровочное отверстие под дейдвудную трубу. Чтобы не ошибиться в направлении, следует, пользуясь сделанным эскизом, прикрепить к килю кронштейн-кондуктор 1 (рис. 184, а) с отверстием для сверла 2. Если сверлить киль 3 придется под очень острым углом, лучше сделать в нем вырубку с таким расчетом, чтобы сверло входило в древесину под прямым углом.

Для рассверливания на полный размер используются либо специальные расточки (рис. 184, б) с направляющим стержнем по диаметру центрального отверстия, либо надетая на сверло фреза, либо труба с заточенными по торцу зубцами. Отверстие под трубу большого диаметра приходится растачивать за два и за три приема, соответственно применяя расточки все большего диаметра.

Применяются два способа монтажа гребного вала. Первый, наиболее простой, заключается в следующем. В соответствии с эскизом, по возможности точнее, устанавливается дейдвудная труба. Она и задает направление оси гребного вала. В трубу вставляются втулка опорного подшипника и дейдвудный сальник, которые и будут в дальнейшем строго фиксировать положение гребного вала.

На вставленный в дейдвудную трубу вал надевают по очереди кронштейн, опорный и упорный подшипники, следя за тем, чтобы не было повеса. Затем с использованием прокладок крепят кронштейн и подшипники так, чтобы вал легко проворачивался вручную. На балках фундамента размечают места крепления угольников под лапы двигателя или траверзы. Двигатель должен иметь возможность перемещаться по угольникам в пределах, обеспечивающих центровку.

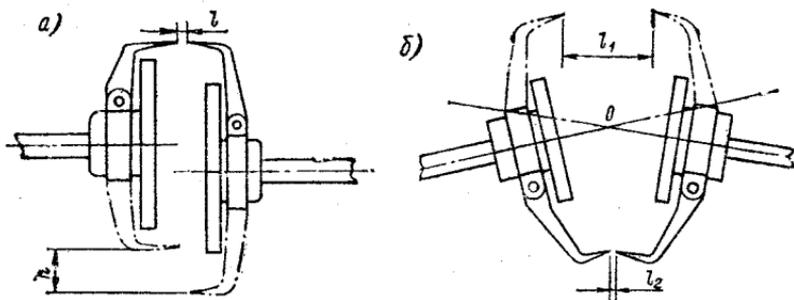


Рис. 185. Определение неточности установки гребного вала: а — смещение осей; б — излом линии вала.

Соосность гребного вала и выходного вала двигателя проверяют при помощи стрелок (рис. 185, а), укрепленных на фланцах обоих валов. Сначала фланцы поворачивают так, чтобы стрелки вверху оказались на одном уровне, затем оба вала поворачивают на 180° и замеряют расстояние h между стрелками в этом положении по высоте. Замеренное расстояние и будет показывать смещение валов по вертикали, которое устраняется путем установки прокладок под лапы двигателей. Подобным же образом замеряется горизонтальное смещение l валов, которое устраняется перемещением двигателя поперек фундаментных угольников.

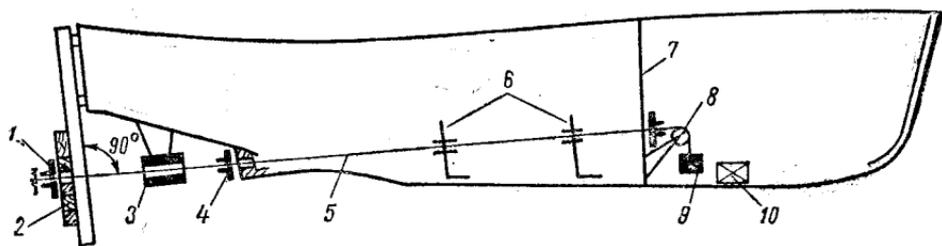
Теперь остается устранить возможный излом линии вала. Для этого устанавливают на одном уровне стрелки, замеряют расстояние l_1 между их концами (рис. 185, б) и поворачивают валы за фланцы на 180° . Замеряют расстояние l_2 между концами стрелок. Если расстояния окажутся разными, то это будет означать, что линия вала имеет излом. Излом устраняют перемещением двигателя.

Рассмотрим монтаж двигателя. Наметив отверстия в угольниках фундамента, снимают двигатель и просверливают эти отверстия. Устанавливая двигатель на свое место, надо не забыть положить все подрамные прокладки.

Поставив гайки на все болты, постепенно затягивают их, проворачивая вал и следя за тем, чтобы он свободно вращался.

Другой, более точный способ монтажа гребного вала осуществляется с помощью струны, которая, натянута по линии вала и определяет положение его опор (рис. 186). Практически работа выполняется в следующем порядке. В отверстие под дейдвудную трубу нужно вставить деревянную втулку, к которой снаружи прикрепить металлическую пластинку (дейдвудную мишеньку) с центровочным отверстием диаметром 3 мм, которое является первой контрольной точкой. По эскизу находится вторая контрольная точка — на носовой переборке 7 машинного отделения либо на временно установленной доске. В этой точке также крепится металлическая пластинка (монтажная мишенька) с отверстием 1 мм. Для определения места крепления кронштейна гребного вала нужно установить еще одну мишеньку (мишеньку 1) в самой кормовой части корпуса — на транце или ахтерштевне. В отличие от двух предыдущих, эта мишенька подвижная, она представляет собой тонкую металлическую пластинку с миллиметровым отверстием в центре и четырьмя отверстиями по углам для крепления гвоздиками по месту. Устанавливается эта мишенька при помощи монтажного щита 2, который крепится на транце так, чтобы плоскость его была перпендикулярна оси вала. В месте установки мишеньки в щите выпиливается отверстие диаметром 75 мм.

Струну пропускают через отверстие в подвижной мишеньке и в кормовом щите, а чтобы она не выскакивала, на конце ее привязывают гвоздь. Далее струна протягивается через кронштейн с вставленным в него макетным валиком (рис. 187), дейдвуд и носовую мишеньку. За переборкой машинного отделения струна перебрасывается через установленный здесь блок 8 и натягивается с по-



Дис. 186. Монтаж гребного вала по струне.

1 — мишенька кормового монтажного щита (третья контрольная точка); 2 — кормовой монтажный щит; 3 — макетный валик; 4 — дейдвудная мишенька (первая контрольная точка); 5 — струна; 6 — промежуточные мишеньки; 7 — носовая переборка с монтажной мишенькой (вторая контрольная точка); 8 — блок для натяжения струны; 9 — груз для натяжения струны; 10 — подкладка под груз для снятия натяжения.

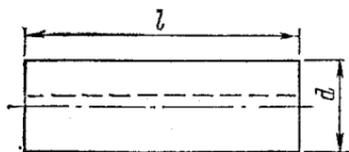


Рис. 187 Макетный валик.

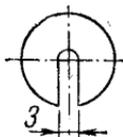
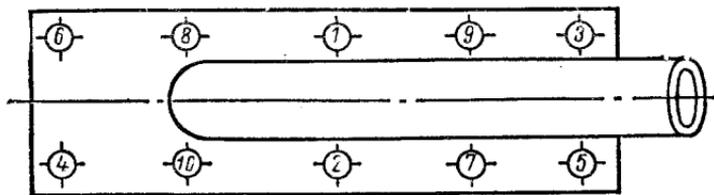


Рис. 188. Порядок затягивания болтов плиты дейдвудной трубы,



мощью привязанного к ее концу груза 9. Передвигая кормовую мишеньку 1, нужно установить струну так, чтобы она не касалась краев отверстия дейдвудной мишеньки 4. После этого кормовую мишеньку необходимо прикрепить к шиту гвоздиками.

После того как линия вала будет обозначена струной, остается установить промежуточные мишеньки всех центруемых частей вала и закрепить их.

Для установки кронштейна гребного вала необходимо сделать из твердого дерева макетный валик 3 в размер втулки кронштейна, в центре валика просверлить отверстие диаметром 3 мм под струну (чтобы не заводить струну в отверстие, можно прорезать валик, как показано на рис. 187). Сдвигая кронштейн, добиваются того, чтобы струна проходила через отверстие в макетном валике с одинаковым радиальным зазором. После этого кронштейн крепят к корпусу окончательно, подложив под его опоры пропитанную суриком парусину или, если надо, прострогав обшивку (прокладка нужна и в этом случае).

Аналогичным образом, с помощью макетного валика, устанавливается и дейдвудная труба. Рассверливать отверстия для нее в киле до окончательного размера лучше не сразу, а после предварительной центровки по струне. Вначале же можно сделать отверстие диаметром на 5—10 мм меньше, это даст возможность при центровке сдвигать трубу в любом радиальном направлении в пределах допусков. Сначала центровку ведут с помощью макетного валика. Надев валик на натянутую струну, рассверливают по его размерам киль или ахтерштевень. Затем на валик надевают дейдвудную трубу. Киль (ахтерштевень) прострагивают рубанком до плотного прилегания плиты (фланца).

Отцентрованная дейдвудная труба сначала прикрепляется шурупами. Затем по имеющимся отверстиям в дейдвудной плите просверливают в киле отверстия для болтов. Болты перед постановкой обматывают паклей, обмазывают суриком и затягивают в порядке, указанном на рис. 188.

Центровка подшипников также проводится по мишенькам, с помощью макетных валиков.

Центровку самого двигателя удобнее производить до его установки в корпус, при помощи фундаментной рамы. Делается это так. На собранной из двух продольных (углового сечения, например) и нескольких поперечных балок фундаментной раме монтируют двигатель. К концевым поперечным балкам фундаментной рамы крепят фанерные щитки с наклеенными листами ватмана — на сторонах, обращенных к двигателю. К храловику и маховику двигателя прочно привязывают карандаши, которые при поворачивании вала двигателя вычерчивают на ватмане окружности.

Снимают двигатель с фундаментной рамы, а саму фундаментную раму ставят на место в корпус судна. Находят центры окружностей на листах и сверлят по ним отверстия диаметром 3 мм. Дальше, перемещая фундаментную раму, добиваются такого положения, что струна будет проходить через центры этих

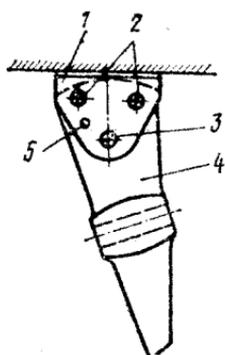
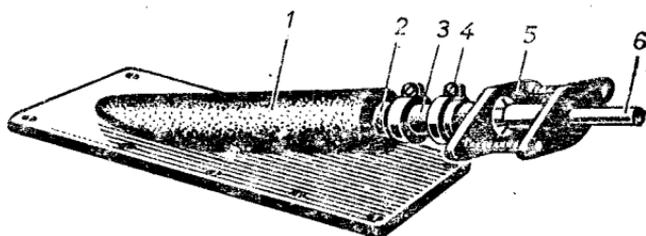


Рис. 189. Кронштейн с регулируемым углом наклона.

Рис. 190. Крепление дейдвудного сальника.

1 — металлический кожух вала; 2 — гаубок под дюрит; 3 — дюритовая муфта; 4 — хомутик; 5 — дейдвудный сальник; 6 — гребной вал.



отверстий. Потом фундаментную раму прикрепляют болтами и на нее устанавливают двигатель.

Монтаж гребного вала следует вести от кронштейна к двигателю. Вал нужен при этом постоянно проворачивать, одновременно производя затяжку болтов на соединительных фланцах.

* *

На глиссирующих катерах, чтобы не слишком смещать двигатель в нос (это неприемлемо по условиям центровки), приходится устанавливать гребной вал с изломом его оси в вертикальной плоскости. Такие изломы могут быть выполнены либо с помощью упругих муфт, либо за счет промежуточного карданного вала, снабженного пространственными шарнирами Гука. Эффективная работа таких соединений обеспечивается при изломе на угол, не превышающий 5—7°. Если требуется изогнуть вал под большим углом, приходится ставить два шарнира и больше.

При использовании шарнирных соединений монтаж вала упрощается. В этом случае достаточно только наметить линию вала. Двигатель устанавливается по шарниру. Для этого он вместе с фундаментной рамой ставится на место, но не крепится, а подвешивается на тросах, чтобы его можно было легко перемещать в любом направлении. Затем монтируется шарнир, соединяющий гребной вал с валом двигателя (важно, чтобы опорный подшипник гребного вала был расположен возможно ближе к его концу, на котором крепится шарнир). Теперь остается расклинить двигатель прокладками и отдать тали. Если после этого коленвал двигателя и гребной вал будут легко прокручиваться, их закрепляют окончательно. В противном случае операцию центровки линии вала нужно будет повторить.

* *

Очень удобен для монтажа кронштейн с регулируемым наклоном оси гребного вала по отношению к днищу катера (рис. 189). Такая конструкция дает возможность точно отцентровать вал, не прибегая к клиновым прокладкам под лапы двигателя, изготовление которых требует точных фрезерных или строгальных работ. При монтаже кронштейна его основание 1 сначала крепят на один винт 3, относительно которого шпора 4 имеет возможность поворачиваться на некоторый угол — до точного совпадения отверстия подшипника с гребным валом. Затем ставят винты 2, просверливая отверстия под них в шпоре 4 на месте. Шпору от смещения во время эксплуатации катера предохраняет штифт 5. Облегчает центровку и дейдвудный сальник, эластично (с помощью дюритовой муфты) крепящийся к металлическому кожуху вала, который монтируется на днище, или к дейдвудной трубе (рис. 190). За счет дюритового соединения компенсируются неточности монтажа вала. Кроме того, подобная конструкция хороша при установке двигателя на амортизаторы.

§ 7. Электрооборудование

На лодках с подвесными моторами, не имеющими электростартера, часто единственным источником электроэнергии является магдино, вырабатывающее переменный ток напряжением 12 В мощностью от 30 (на моторах «Вихрь-30») до 40—50 Вт («Нептун-23»). Это позволяет питать сигнальные огни мотолодки и фару, причем потребители тока включаются все одновременно или же включается один, по поглощающий не менее 2/3 мощности, поступающей с генераторных катушек магдино. В противном случае из-за перенапряжения маломощные лампочки отличительных огней, подсветки и т. п. могут выйти из строя. Питание бортовой сети осуществляется через простейший мостиковый выпрямитель, собранный из диодов типа Д303—305, Д243, Д245, Д246 с любыми индексами (рис. 191). К этому же выпрямителю можно подключать для подзарядки на ходу лодки аккумулятор 6СТ28 или 6СТ42, который обеспечивает потребителей электроэнергией на стоянке. Мостиковый выпрямитель позволяет получить зарядный ток до 4 А, простой диод — до 1,5 А.

* *
*

При установке аккумуляторов на катерах и яхтах чаще всего предпочитают применять напряжение 12 В, что дает возможность воспользоваться стандартным осветительным оборудованием и приборами, выпускаемыми для автомобилей. На это напряжение рассчитано также множество переносных радиоприемников, измерительных приборов и т. п.

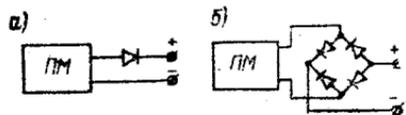
На малых судах, не имеющих двигателя с электростартером, предпочитают эксплуатировать щелочные аккумуляторы, включая последовательно пару одинаковых 6-вольтовых батарей. Заметим, что условия эксплуатации аккумулятора на катере существенно отличаются от условий на автомобиле. На катере аккумулятор используется в режиме разряда довольно продолжительное время, когда подзарядное устройство не работает. На автомобиле же основное назначение аккумулятора — обеспечить кратковременный, но сильный ток для стартера, а в остальное время батарея не используется или работает в режиме подзарядки.

Для судов без стационарных двигателей, например, парусных яхт, где отсутствует возможность автономной периодической подзарядки, емкость аккумуляторов выбирается из условия обеспечения работы навигационных огней и минимального освещения на период между заходами в порты, где возможна подзарядка от береговой сети. Для этого составляется таблица потребления энергии, в которой учитывают мощность потребителей и длительность их использования в течение суток. В качестве примера такой расчет для катера «Сивуч» приведен в табл. 23, где предполагается, что электростартер двигателя будет включаться 6 раз в сутки тремя сериями по 6 с. Таким образом, если не учитывать подзарядку аккумуляторов от двигателя, то при их емкости 125 А·ч питание электроэнергией обеспечивается в течение трех суток. С учетом же подзарядки этой емкости оказывается вполне достаточно для снабжения электроэнергией длительное время.

Для стартерной батареи лучше использовать кислотные аккумуляторы, которые обеспечивают большие пусковые токи. Для катеров с конвертированными двигателями от легковых автомобилей применяют аккумуляторы емкостью 45—60 А·ч. Этого достаточно для того чтобы прокручивать двигатель стартером в течение до 10 мин. А если учесть, что в летнее время двигатель запускается в считанные секунды, то для нужд освещения можно использовать до 50 % емкости стартерной батареи.

На судне аккумуляторную батарею располагают или в хорошо вентилируемом отсеке вблизи двигателя, или прямо в моторном отсеке. Важно, чтобы

Рис. 191. Выпрямитель для питания бортовой электросети от генераторных катушек подвесного мотора: а — с одним диодом; б — мостиковый.



Т а б л и ц а 23. Расчет энергопотребления на катере «Сивуч»

Потребители	Мощность, Вт	Ток, А	Время работы в сутки, ч	Энерго- емкость, А·ч
Внешние огни:				
Отличительный правый	19	1,52	4	6,08
» левый	19	1,52	4	6,08
Кормовой	19	1,52	4	6,08
Топовый	19	1,52	4	6,08
Стойночный	7,5	0,54	6	3,36
Фара	38	3,04	0,5	1,52
Итого:				29,20
Внутренние огни:				
Салон	19	1,52	2	3,04
Носовой кубрик	7,5	0,56	0,5	0,28
Галюнь	7,5	0,56	1,0	0,56
Кормовая каюта	7,5	0,56	1,0	0,56
Подсветка приборов	2	0,16	4	0,32
Итого:				4,14
Радиоприемник	—	0,1	8	0,8
Стартер двигателя	—	150	0,15	2,75
Всего:				36,9

провод от аккумулятора до стартера имел достаточно большое сечение и был по возможности более коротким, чтобы избежать тепловых потерь. Рядом с бензобаками или в одном помещении с ними аккумуляторы устанавливать не допускается.

На рис. 192 приведена принципиальная схема распределения электроэнергии на катере «Амур-М» с 4-цилиндровым бензиновым двигателем модели «412». Главным источником электроэнергии служит генератор переменного тока Г-250-Ж1 со встроенным кремниевым выпрямителем. Номинальное напряжение генератора 12 В, максимальный ток — 40 А. Генератор работает с контактно-транзисторным реле-регулятором типа РР-362А, содержащим два электромагнитных элемента: регулятор напряжения и реле защиты транзистора. Параллельным источником тока является аккумуляторная батарея 6СТ54 емкостью 54 А·ч.

Поскольку корпус катера изготовлен из легкого сплава, схема распределения электроэнергии однопроводная.

Основными потребителями электроэнергии являются: система зажигания двигателя; группа приборов, контролирующая режим его работы; стартер СТ113Б; ходовые огни и огни-отмашки; звуковой сигнал; система освещения помещений катера; мощная автомобильная фара для освещения берега и палубы судна при швартовке.

Приборы контроля и управления двигателем, предохранители и выключатели монтируются на общем распределительном щитке. Панель щитка изготовляется из огнестойкого и прочного изоляционного материала (гетинакс, текстолит) или из металла. Все открытые токоведущие части электрооборудования монтируются на внутренней стороне панели.

Для защиты сети от токов короткого замыкания применяются плавкие предохранители серии ПВ; для включения и выключения осветительных приборов

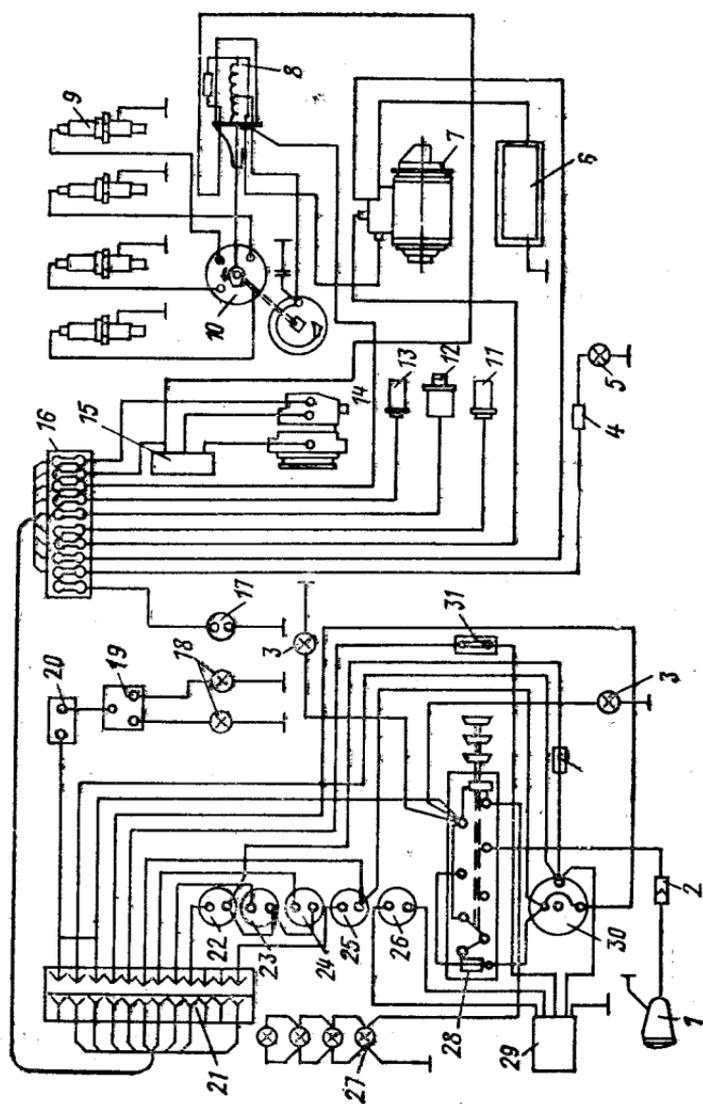


Рис. 192. Принципиальная схема распределения электроэнергии на катере «Амур-М».

1 — фара-прожектор; 2, 4 — разъем; 3 — бортовые огни; 5 — топливный огонь; 6 — аккумулятор; 7 — стартер; 8 — катушка зажигания; 9 — насос; 10 — распределитель зажигания; 11 — датчик температуры воды; 12 — датчик давления масла; 13 — свечи; 14 — генератор; 15 — реле-регулятор; 16, 31 — клеммная колодка; 17 — розетка; 18 — огни-отмашки; 19 — переключатель отмашек; 20 — реле сигналов; 21 — разъем; 22 — указатель температуры воды; 23 — указатель температуры масла; 24 — указатель давления масла; 25 — амперметр; 26 — указатель числа оборотов двигателя; 27 — подсветка приборов; 28 — переключатель света; 29 — коробка тахометра; 30 — замок зажигания.

используются однополюсные и двухполюсные выключатели. Предохранители и выключатели могут быть заменены одним автоматом, который одновременно отключает электрическую сеть в случае короткого замыкания или перегрузки.

На малых судах электропитание к каждому устройству рекомендуется подавать по двум проводам, даже если корпус судна металлический. При прокладке проводов их стараются расположить по тому же борту, где установлен распределительный щиток и объединить в общий жгут, который обматывают киперной лентой или миткалевой тканью и покрывают изоляционным лаком. Жгут крепится к корпусным конструкциям (обычно к привальному брусу) с помощью кабельных скоб и хомутиков, которые ставят через 250—300 мм. Концы проводов нужно разделить и промаркировать. Для прокладки сети можно также использовать алюминиевые трубки или гибкие металлические шланги.

Наиболее пригодны для судовой проводки многожильные кабели марки ШБВЛ, КНР, ПРШМ. Кабель ПРШМ — гибкий, в резиновой шланговой оболочке, рекомендуется для переносных ламп и фар. Приборы и оборудование подключают с помощью винтовых монтажных колодок.

Алюминиевые провода для катеров и яхт не рекомендуются, так как они легко корродируют в условиях повышенной влажности на медных и стальных контактах. Для уменьшения падения напряжения в проводке к лампам ходовых огней и внутреннему освещению ее нужно выполнять медным проводом диаметром 1,2—2 мм.

§ 8. Изготовление гребных винтов

В первом разделе говорилось о том значении, которое имеет гребной винт для эффективного использования мощности двигателя и достижения максимальной скорости. Неудивительно, что любителю, построившему катер или мотородку, приходится затем довольно много времени посвящать доводке и подбору оптимального гребного винта.

Часто приходится изготавливать винты самостоятельно.

Сделать это можно при помощи литья или сварки — в зависимости от возможностей и опыта строителя. В любых случаях для разметки и контроля винтовой поверхности лопасти необходимо сделать шаговую горку (рис. 193). Ее собирают на основании — шаговой плите, которая представляет собой стальной диск диаметром 400—500 мм, на котором через 10 мм по радиусу проточены кольцевые канавки глубиной 3 и шириной 1—2 мм — по толщине материала, из которого будут сделаны шаговые угольники. В центре плиты строго перпендикулярно ее поверхности устанавливают вал с центрирующими ступицу гребного винта конусами.

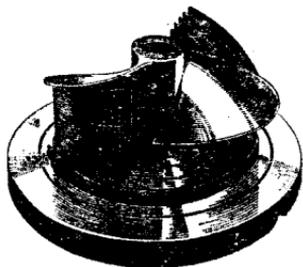


Рис. 193. Шаговая горка.

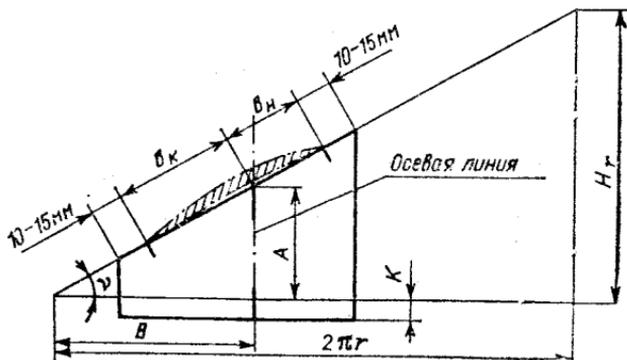


Рис. 194. Разметка шагового угольника.

К — глубина проточек в шаговой плите для установки угольников.

Принцип построения шагового угольника ясен из рис. 194. Это прямоугольный треугольник, у которого одна сторона равна длине окружности на данном радиусе r , а вторая — шагу H , гребного винта в данном сечении. Острый угол, расположенный против катета, равного шагу, называется шаговым углом. Его тангенс равен отношению катетов

$$\operatorname{tg} \nu = \frac{Hr}{2\pi \cdot r}.$$

При проверке винта полный шаговый угольник не нужен, так как лопасть занимает только часть его гипотенузы. По чертежу гребного винта определяют высоту осевой линии лопасти A от базовой линии и откладывают ее на чертеже угольника (рис. 194). Затем по обе стороны от полученной отметки откладывают отстоянне от средней линии входящей и выходящей кромок. Дав припуск по 10—15 мм по ширине лопасти по обоим кромкам, угольник обрезают и сгибают его из 1,5—2-миллиметрового металла по заданному радиусу r с учетом направления вращения винта. Таких угольников нужно заготовить несколько — по числу канавок на шаговой плите, если винт имеет диаметр до 300 мм. Поставив все угольники на место, получают винтовую поверхность лопасти, с которой совпадает ее нагнетающая сторона.

Для установки угольников на плите проводят осевую линию лопасти — прямую, проходящую через центр плиты. Риски осевой линии на основании каждого угольника совмещают с осевой линией на плите; угольники выравнивают таким образом, чтобы их образующие были перпендикулярны плите.

Разделив длину окружности, для которой изготовлены угольники, на равные части соответственно числу лопастей, устанавливают угольники и под другие лопасти. Приложив стальную линейку к получившейся шаговой горке по рискам средней линии на угольниках, можно проверить правильность выполнения работы: все риски должны расположиться на одной прямой, а линейка плотно прилегать к кромкам угольников.

Если теперь заполнить пространство между угольниками кусками пенопласта, дерева и т. п., а затем залить сверху расплавленным парафином или воском, можно получить поверхность для формования модели лопасти из стеклопластика. После остывания стеарин сострогивают до уровня шаговых угольников, наносят на его поверхность по рискам, имеющимся на угольниках, контур лопасти и, применяя кусочки стеклоткани и эпоксидное связующее, формируют модель лопасти вместе с ступицей, которую заранее устанавливают на горке.

Из жести вырезают шаблоны засасывающей поверхности винта на выбранных радиусах. Шаблоны изгибают так, чтобы они совпадали с окружностями шаговых угольников на горке. Слой стеклоткани накладывают до тех пор, пока не получится толщина лопасти на 1—2 мм больше, чем толщина профиля в сечении. После полимеризации смолы модель лопасти обрезают по контуру и опиляют, проверяя профиль сечения по шаблонам. Раковины на поверхности лопасти шпаклюют, а затем окрашивают модель нитроэмалью.

С использованием шаговой горки может быть изготовлена как целая модель гребного винта, так и модель одной его лопасти с соответствующей частью ступицы. В последнем случае по модели лопасти делают гипсовые формы по числу лопастей, которые, будучи сложными вместе, образуют форму для отливки из воска вылавляемой модели целого гребного винта.

Модель лопасти можно также изготовить из нескольких слоев тонкой фанеры или оргстекла, изогнув его в разогретом виде по шаговой горке и прижав к ней до остывания заготовки. Затем лопасть обрабатывают по сечениям, контролируя профиль сечений шаблонами.

Из органического стекла вытачивается также модель ступицы, в которой профрезеруются пазы под шипы лопастей. Угол наклона паза к оси ступицы определяется выражением

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{\pi \cdot d}{H},$$

где H — шаг винта; d — диаметр ступицы.

Заготовки лопастей устанавливают в модель ступицы на клею и проверяют модель на идентичность положения лопастей на шаговой плите. При окончательной

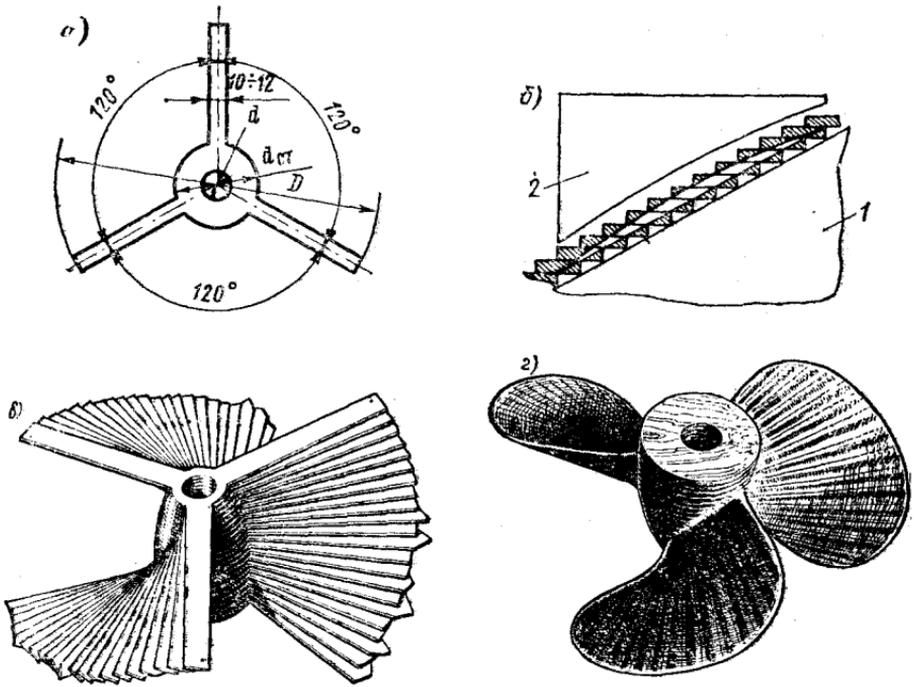


Рис. 195. Изготовление модели гребного винта из фанеры: а — «звездочка»; б — обработка лопасти по шаблону; в — заготовка из стеклянных «звездочек»; г — готовая модель винта. 1 — шаговый угольник; 2 — контршаблон.

отделке модели винта необходимо зашпаклевать место соединения лопастей со ступицей, а саму модель покрасить.

Достаточно точную модель трехлопастного винта для его отливки можно изготовить по методу, предложенному В. Ф. Рябиным. Заготовками для нее служат нарезанные из обычной 3—4-миллиметровой фанеры «звездочки» (рис. 195, а), лучи которых расходятся под углом 120° . Количество «звездочек» — толщина пакета — подбирается в зависимости от высоты ступицы. Все «звездочки» одинаковы; естественно, если ступица винта имеет нецилиндрическую форму, то диаметр $d_{ст}$ удобнее делать переменным.

Модель удобно собирать на шаговой плите с центрирующим стержнем диаметром 10—15 мм. Из алюминия вырезают шаговые угольники (по числу лопастей) для диаметра $0,6D$, изгибают и крепят к плите. «Звездочки», на каждой из которых строго по оси винта выверливают отверстие по диаметру центрирующего стержня, намазывают клеем (желательно эпоксидным), надевают по одной на этот стержень и устанавливают, разворачивая одну относительно другой вплотную к образующим шаговых угольников. После установки всех «звездочек» пакет туго стягивают шнуром до плотного прилегания «звездочек» друг к другу и к шаговому угольнику.

После затвердевания клея заготовку модели снимают со стержня, распилом и напильниками обрабатывают нагнетающие поверхности всех лопастей. Проверку ведут на той же плите (как правило, достаточно тех же угольников только для $0,6D$). После обработки нагнетающих поверхностей на них размечают контуры лопастей, которые затем опиливают лобзиком.

Контроль профиля сечения лопасти при обработке засасывающей поверхности осуществляют с помощью контршаблонов и шаговых угольников для 0,4; 0,6 и $0,8D$. Готовую модель надо зачистить, прошпаклевать и окрасить.

Располагая моделью гребного винта, его можно отлить из силумина. В качестве исходного материала можно использовать, например, отслужившие свой срок головки блоков цилиндров двигателей.

Отливка винта ведется в следующем порядке.

Модель гребного винта устанавливают в опоку и устанавливают ее на ровную доску или на стальной лист.

В качестве формовочной смеси при отливке гребного винта из силумина, температура плавления которого невелика, может быть использован практически любой песок. Лучше всего для этой цели подойдет кремнезем — мягкая земля темно-коричневого цвета. Земля должна быть тщательно просеяна, очищена от посторонних примесей, прежде всего от корешков. Для получения хорошей газопроводности смеси и чистоты отливки, из песка с помощью сита с ячейкой около 1 мм нужно удалить слишком крупные частицы, а затем слишком мелкие — на сите с ячейкой 0,3—0,55 мм. Сухой песок смешивают с 3—5% жидкого стекла. Смесь после этого тщательно растирают руками до получения однородного состава.

Опоку набивают землей примерно до верхних кромок лопасти, так, чтобы получить оттиск нижней части модели. Землю вокруг модели утрамбовывают, а затем тщательно заглаживают мастерком. Полученную поверхность (плоскость разъема) покрывают тонким слоем графита, талька или просто толченого древесного угля. Излишек присыпки сдувают.

Затем ставят на место и заполняют землей верхнюю часть опоки. Литник делают в центре ступицы; диаметр отверстия для заливки металла должен быть чуть больше диаметра ступицы. Этот припуск обеспечивает хорошую плотность отливки, так как усадочная раковина выводится в прибыль, которая впоследствии, при механической обработке винта, срезается. Перед выемкой модели опоку протыкают в нескольких местах проволокой, чтобы дать выход газам, образующимся при литье.

Силумин можно плавить в любом металлическом сосуде, важно только чтобы стенки его были достаточно толстыми и сохраняли температуру расплавленного металла необходимое время. Плавить силумин лучше с перегревом — для повышения его текучести. На глаз готовность металла можно определить при

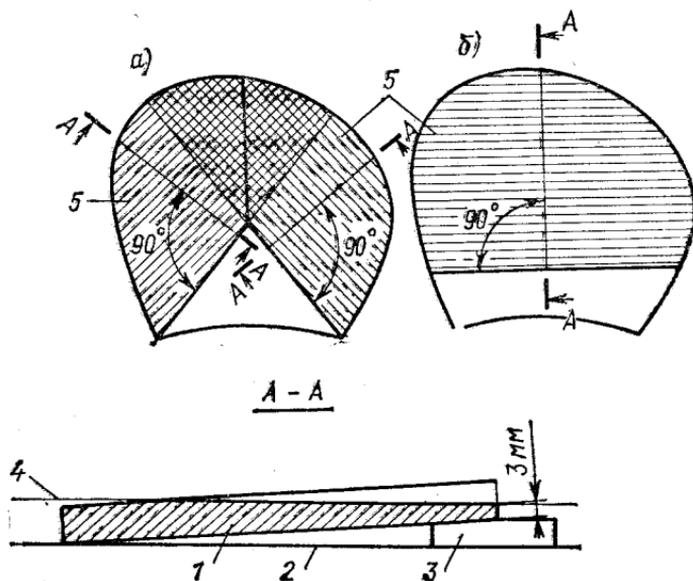


Рис. 196. Предварительная обработка заготовки лопасти: а и б — варианты обработки.

1 — заготовка; 2 — поверхность стола; 3 — подкладка; 4 — плоскость обработки; 5 — поверхность обработки.

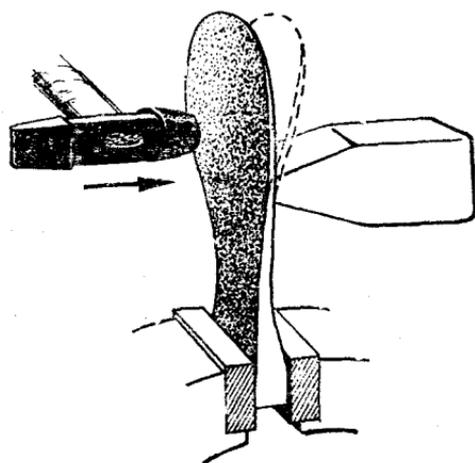


Рис. 197. Гибка заготовки лопасти в тисках.

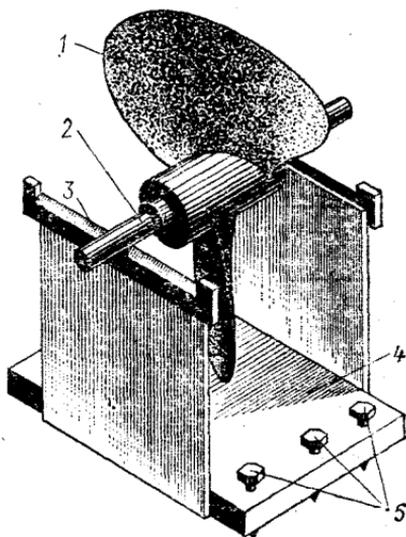


Рис. 198. Балансировка гребного винта.

1 — винт; 2 — фальшвал; 3 — ножи; 4 — плита-основание; 5 — винты для регулировки установки ножей по уровню.

помешивании: он не должен прилипать к металлической мешалке. Прежде чем заливать металл в форму, нужно снять образовавшийся на его поверхности шлак.

Готовую отливку после извлечения из формы подвергают закаливанию. Можно для простоты заменить закалывание естественным старением, которое заключается в том, что горячую деталь оставляют на воздухе на 5 дней. Далее производят механическую обработку по шаговым угольникам и статическую балансировку винта.

Если предполагается использовать формовочную землю повторно, ее в горячем виде выколачивают в ящик, где хранится неиспользованная еще земля, которую предварительно смачивают водой. Содержимое ящика хорошо перемешивают, после чего его плотно закрывают. Пригодность земли в дальнейшем определяют, сжимая в кулаке: если комок не рассыпается, значит, все в порядке, можно приступать к изготовлению новой формы.

При изготовлении сварного винта вытачивают в точный размер ступицу и устанавливают ее на шаговой горке кормовым концом вниз. По разметке контура лопасти на шаговой горке вырезают из плотной бумаги шаблон лопасти, перенося на него контрольные риски. Корневую часть шаблона подрезают по поверхности ступицы. Наложив затем шаблон на лист металла (толщиной на 1—2 мм больше, чем толщина корневой сечения лопасти), переносят его контур и вырезают нужное число лопастей. По контуру дается припуск 2—3 мм. Для уменьшения объема работ по опиловке лопасти по профилям поперечных сечений и облегчения гибки лопастей, заготовки рекомендуется предварительно обработать на фрезерном станке, как показано на рис. 196. При этом на доводку поверхности необходимо оставить припуск по толщине 2 мм, а кромки заготовки оставить толщиной не менее 3 мм.

Зажав заготовку лопасти близ корня в тисках, ей придают изгиб по винтовой поверхности, нанося удары 300—500-граммовым молотком; с противоположной стороны заготовку поддерживают кувалдой весом 3—4 кг с узким скругленным концом (рис. 197). Лопасть должна гнуться в районе между поддержкой и местом нанесения ударов, а не в корне лопасти. Толстые (10—12 мм) заготовки рекомендуется разогревать паяльной лампой. Контроль изгиба осуществ-

влиют, прикладывая заготовку к шаговой горке. Гибку можно считать законченной, когда зазор между кромками шаговых угольников и поверхностью лопасти не будет превышать 0,3 мм (проверяется шупом). Окончательная обработка нагнетающей поверхности может выполняться опилковой драчевой пилой или обдиркой заготовки на наждачном круге. Одновременно корень лопасти подгоняется к ступице винта, где можно допустить зазор под сварку до 3 мм. Заготовку обрабатывают и по контуру, обеспечивая его плавность.

Разметив на засасывающей стороне лопасти положения линий шаговых угольников, приступают к профилировке этой поверхности, проверяя сечения шаблонами и обмером отдельных точек в соответствии с чертежом. Когда лопасти будут обработаны, а их корневые сечения подогнаны к ступице, приступают к сварке винта.

Одну из лопастей укладывают на шаговую горку, совмещая кромки с соответствующими рисками на угольниках, и двумя небольшими прихватками приваривают к ступице. Проверив точность положения лопасти и при необходимости подрихтовав ее, прихватки делают на противоположной стороне лопасти. Окончательно приваривают лопасть, накладывая короткие швы небольшого катета попеременно с обеих сторон до наплавки достаточного количества металла для образования плавного перехода от поверхности лопасти к ступице.

Приварив лопасть, ступицу поворачивают так, чтобы поверхность лопасти легла на один из дополнительных шаговых угольников на горке. Это положение ступицы фиксируют, ставят на горку следующую лопасть, прихватывают ее, а затем приваривают к ступице.

После сварки всех лопастей проверяют плотность их прилегания к шаговым угольникам, при необходимости подгибают, обрезают винт по диаметру, обрабатывают соединение лопастей со ступицей и растачивают отверстие под гребной вал.

Затем производится статическая балансировка винта на станке с параллельными и горизонтальными ножами. Винт устанавливается на ножах при помощи фальшвала (рис. 198). Металл с более тяжелой лопасти, которая оказывается внизу, снимается ближе к кромке лопасти и примерно по вертикали по отношению к оси вала. В результате балансировки гребной винт не должен самопроизвольно поворачиваться на ножах, а должен начинать вращаться под действием грузика весом 2 г (для винта диаметром 200—300 мм), закрепленного пластилином к кромке любой лопасти.

Глава 7

ПАРУСНОЕ ВООРУЖЕНИЕ ЯХТ

§ 1. Рангоут и такелаж

В последние годы судостроители-любители оснащают парусами не только специально построенные для плавания под парусами суда, но и различного рода шлюпки и катера. Несмотря на кажущуюся простоту парусной оснастки, она нуждается в тщательном конструировании, чтобы наилучшим образом отвечать своему назначению — быть надежным средством движения малого судна. Отсутствие опыта в использовании парусов у лиц, выполняющих самостоятельно оснащение судна парусами, нередко приводит к отрицательным результатам. Так, излишняя масса мачты и такелажа ухудшает остойчивость судна, а недостаточная прочность отдельных деталей вооружения может оказаться причиной серьезных аварий, которые происходят, как правило, в штормовых условиях. Особое внимание необходимо уделять следующим элементам вооружения:

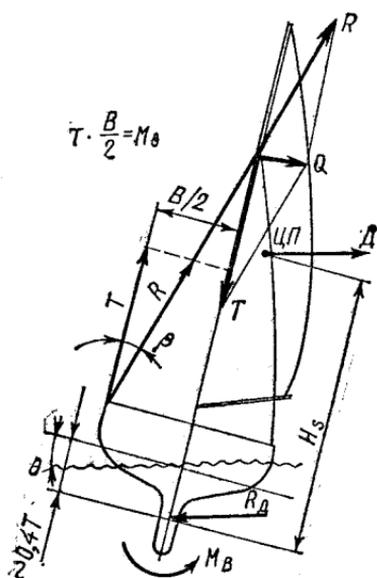


Рис. 199. Схема для расчета усилий в мачте и такелаже.
 Q — поперечная сила, действующая на мачту и паруса.

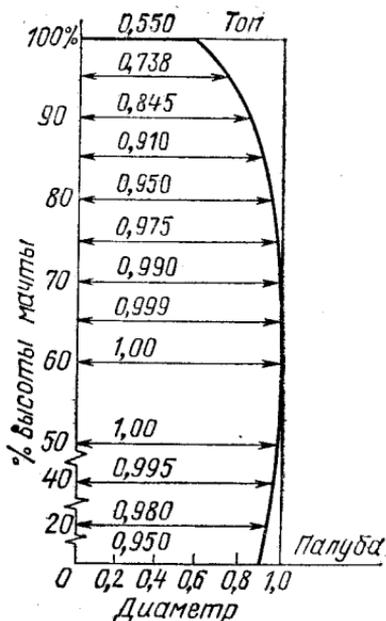


Рис. 201. Продольный профиль мачты при вооружении с топовым стакселем. Под диаметром подразумевается любой размер поперечного сечения мачты.

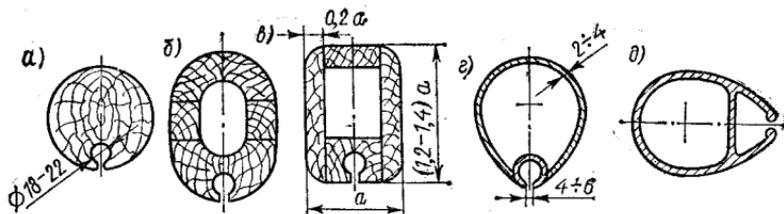


Рис. 200. Характерные поперечные сечения мачт и гиков для малых прогулочных яхт: a — деревянная мачта сплошного круглого сечения; $б, в$ — пустотелые деревянные мачты; $г$ — стальная или из легкого сплава с приварной трубой-ликпазом; $д$ — прессованная из легкого сплава.

- рангоуту (мачта, гик, реек) с приспособлениями для крепления парусов, стоячего такелажа и блоков;
- стоячему такелажу, служащему для раскрепления мачты, приспособлению для крепления его к корпусу и для натяжения тросов;
- бегучему такелажу — тросам для постановки парусов на мачте (фалы) и управления ими (шкоты);
- деталям для проводки бегучего такелажа — скобам, блокам, стопорам, лебедкам, уткам, вертлюгам;
- приспособлениям для уменьшения парусности — патент-риффу, устройству для закрутки стакселя вокруг штага.

Рангоут. Рассмотрим схему сил, действующих на мачту яхты (рис. 199). Давление ветра на паруса передается через мачту и ванты на корпус судна и уравновешивается восстанавливающим моментом остойчивости M_B . Будем счи-

тать, что момент сил T , возникающих в вант-путенсах и мачте, равен M_B . Эти силы можно определить из выражения

$$T = \frac{M_B}{B/2}$$

Таким образом, действующие нагрузки на мачту и стоячий такелаж пропорциональны произведению водоизмещения на плечо статической остойчивости

$$M_B = D \cdot I_\theta$$

при заданном угле крена θ .

Практически расчеты выполняют для угла крена 30° , а динамичность действия сил учитывают коэффициентом 1,5, т. е.

$$T = \frac{1,5 M_{B30}}{B/2} = \frac{3 M_{B30}}{B},$$

где B — ширина яхты в месте крепления вант.

Если диаграммы плеч статической остойчивости отсутствуют, то приближенно можно считать

$$M_{B30} = \frac{30}{57,3} D \cdot h \approx 0,52 D \cdot h \text{ кгс} \cdot \text{м},$$

где D — водоизмещение яхты; h — начальная поперечная метацентрическая высота ($h = 0,9 \div 1,2$ м).

Момент инерции поперечного сечения мачты определяют, как для колонны, на которую действуют продольное усилие T , натяжение фалов и сила реакции штага. Последние учитываются коэффициентом 1,85, а приближенное значение расчетной силы сжатия мачты

$$T_{\text{расч}} = \frac{1,85 \cdot 3 \cdot 0,52 D \cdot h}{B} \approx 2,9 \frac{D \cdot h}{B}.$$

Необходимый минимальный момент инерции поперечного сечения мачты (относительно ДЦ судна) находят по формуле Эйлера:

$$I_{\text{min}} = \frac{T_{\text{расч}} \cdot L^2}{k \cdot \pi^2 \cdot E},$$

где L — нижний пролет мачты от точки крепления на палубе до узла крепления вант, см; k — коэффициент Эйлера, зависящий от способа установки мачты; $k = 2,25$, если мачта проходит через палубу и расклинивается в пяртиерсе, и $k = 1,8$, если мачта имеет шарнирную опору на палубе; E — модуль нормальной упругости для материала, из которого изготовлена мачта: $E = 7 \cdot 10^5$ кгс/см² для алюминниевых сплавов и $E = 1 \cdot 10^5$ кгс/см² для древесины сосны.

Подобным же образом рассчитывается момент инерции сечения мачты относительно поперечной оси, только в качестве L берут длину пролета мачты от палубы до точки крепления штага.

Поперечное сечение деревянной мачты может быть овальным или прямоугольным со скругленными углами (рис. 200), а мачты из легкого сплава — круглым. Последнюю можно изготовить из трубы подходящего диаметра с толщиной стенок от 2 до 4 мм (на малых яхтах).

Диаметр деревянной сплошной мачты круглого сечения для вооружения бермудского типа определяют с достаточной для практики точностью, исходя из расчета 11,3 мм на каждый метр ее высоты над палубой, затем рассчитывают размеры выбранного сечения из условия равенства моментов инерции. Толщина стенок клееной пустотелой мачты принимается равной $\frac{1}{3}$ ее диаметра.

Наибольшее расчетное сечение мачты должно располагаться примерно по середине ее высоты от палубы до точки крепления штага; у топа линейные размеры могут быть уменьшены до 50—70 %, у шпора — до 75 % наибольшего сечения. При оснастке с топовым стакселем рекомендуется продольная профилировка мачты, показанная на рис. 201.

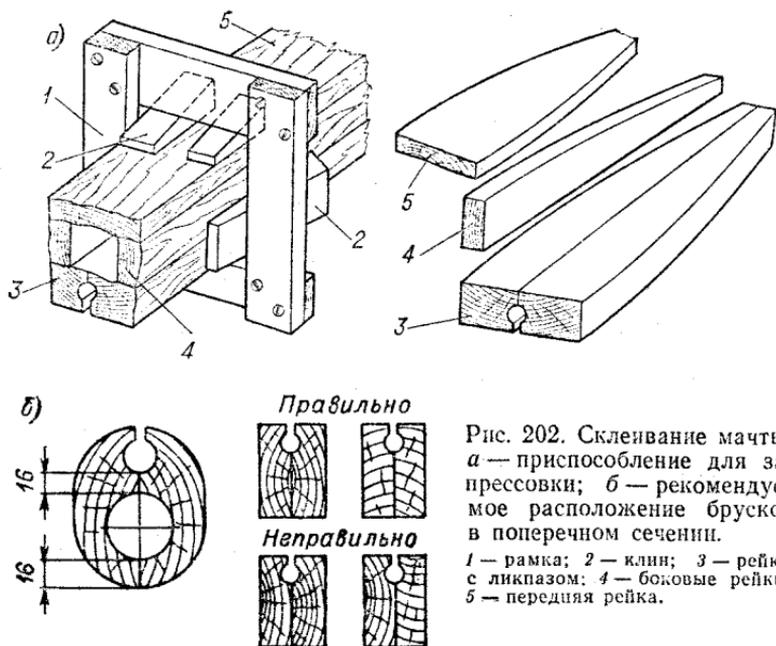


Рис. 202. Склейвание мачты:
 а — приспособление для за-
 прессовки; б — рекомендуе-
 мое расположение брусков
 в поперечном сечении.

1 — рамка; 2 — клин; 3 — рейка
 с ликпазом; 4 — боковые рейки;
 5 — передняя рейка.

При изготовлении небольших круглых мачт, реек и гиков для воору-
 жения лодок рекомендуется их расчетный диаметр принимать равным 14—16 мм
 на погонный метр длины.

Сплошные клееные мачты рекомендуется собирать в виде пакета из четного
 числа досок толщиной 20—25 мм; доски в сечении пакета должны склеиваться
 сердцевинными или заболонными сторонами (пластами) — это позволяет нейтра-
 лизовать деформации каждой доски при изменении влажности и обеспечит пря-
 молинейность мачты. Следует учесть, что жесткость мачты зависит от количества
 досок в поперечном сечении: чем больше клеевых швов, тем более жесткой полу-
 чается мачта.

Из двух брусков склеть прямолинейную мачту достаточно трудно, так как
 практически невозможно подобрать двух равноценных по строению древесины
 брусков (предпочтительно радиальной распиловки); в результате при измене-
 нии влажности мачта получает искривления, иногда трудноисправимые натяже-
 нием стоячего такелажа.

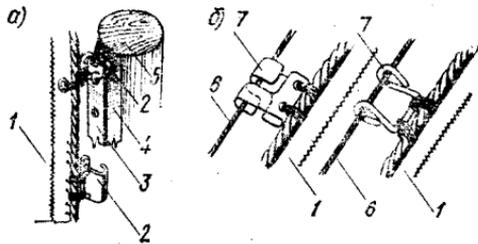
Заготовленные для мачты доски фугуются по пластам и при необходимости
 склеиваются на ус до получения нужной длины. Длина заусовки принимается не
 менее 10 толщи заготовок. Затем доски склеивают в два одинаковых пакета
 с разъемом по диаметральной плоскости, если для присоединения паруса к мачте
 будет использоваться ликпаз. После затвердевания клея в каждом из пакетов
 выбирается половина сечения ликпаза и оба пакета склеивают между собой,
 применяя струбцины или приспособления, подобные показанному на рис. 202.
 У получившейся заготовки мачты полного сечения фугуется кормовая кромка
 (с ликпазом), которая в дальнейшем является базовой для обработки мачты.
 Затем мачта обрабатывается по всей длине с проверкой поперечных сечений по
 шаблонам.

По окончании обработки в нижней части ликпаза делается срез, куда вклеи-
 вают дубовый или ясеневый брусок с заранее выбранным ликпазом — он необ-
 ходим для уменьшения износа сосновой древесины мачты и предотвращения рас-
 кальвания ликпаза в самой нагруженной его части. Затем прорезается до нуж-
 ной ширины щель ликпаза по всей его длине.

Если мачта делается пустотелой, то одновременно с ликпазом в обеих поло-
 винах ее выбираются полости по оси мачты; при этом размеры сечений обяза-

Рис. 203. Крепление грота к мачте (а) и стакселя к штагу (б).

1 — парус; 2 — ползунок; 3 — рельс;
4 — рейка; 5 — мачта; 6 — штаг; 7 —
ракс-карабин.



тельно контролируются по шаблонам — толщина стенок пустотелой мачты не должна быть меньше $\frac{1}{5}$ ее наружного поперечного размера. Для сокращения трудоемкости работы по выборке пустот и уменьшения отходов древесины можно заранее предусмотреть расположение брусков по поперечному сечению мачты таким образом, чтобы получить нужный размер полости. В качестве примера можно привести сечение мачты яхты «Дюгонь», склеиваемой из пяти реек в поперечном сечении. В двух из них заранее выбираются половинки ликпаза, затем их склеивают между собой по ДП казеиновым клеем (можно применить клей К-17 или эпоксидную смолу) и запрессовывают струбцинами или клиньями. После выдержки на рейках с получившимся ликпазом размечают положение всех сечений, откладывают на них заданные чертежами поперечные размеры и обрабатывают склеенную заготовку кормовой части мачты (с ликпазом) по ширине.

Наложённую на рейку сечением 12×65 мм заготовку обчерчивают по контуру, далее обрабатывают по ширине заготовку передней части мачты. Затем с помощью прибитых к полу $15-20$ рамок с клиньями приклеивают к заготовке кормовой части мачты боковые рейки сечением 18×33 мм. После затвердевания клея рассчитывают высоту боковых реек (размер вдоль судна) в каждом сечении и прострагивают их кромки до нужного размера. Снова вставив мачту в рамки, вклеивают наполнители полости у шпора и в месте крепления вант, накладывают переднюю рейку и запрессовывают все клинья. После склейки остается обработать мачту снаружи по радиусам, прорезать паз для блока фала, прочистить ликпаз, прошкурить, покрыть поверхности олифой и лаком. Гики и рейки, даже небольших размеров поперечного сечения, тоже рекомендуется склеивать из нескольких реек по толщине; клееный рангоут получается прочнее и легче.

Кроме ликпаза для присоединения парусов к рангоуту используются металлические ползунки, скользящие по направляющему рельсу, прикрепленному к задней кромке мачты (рис. 203, а). Этот способ более трудоемок в изготовлении, детали имеют дополнительную массу, а щель между мачтой и парусом несколько ухудшает его тяговые характеристики. Достоинством является то, что парус благодаря ползунам, заведенным на рельсы, всегда находится в связи с рангоутом и не требуется заправлять шкаторину в ликпаз при его подъеме.

Рельс изготавливается из нержавеющей стали, легкого сплава или латуни; ползунки, как правило, латунные. Их можно пришить к парусу нитками, привязать шнуром из сыромятной кожи или прикрепить латунными кольцами.

Небольшие паруса на лодках обычно прищуривают к мачте, рейку и гик тонким шнуром, пропускаемым в люверсы паруса и охватывающим рангоут «змейкой».

Стаксели крепятся к штагу с помощью ракс-карабинов литой или штампованной конструкции либо изготавливаемых из стальной проволоки (рис. 203, б).

Детали крепления стоячего такелажа к мачте видны на рис. 336.

Металлические детали и крепеж для рангоута желательно сделать из нержавеющей стали; в крайнем случае годятся и детали, изготовленные из обычной стали, но оцинкованные.

Стоячий такелаж. Суммарное разрывное усилие в вантах одного борта равно

$$R = \frac{T}{\cos \beta},$$

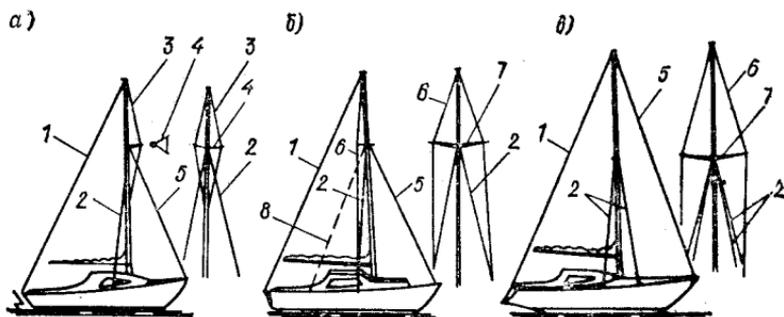


Рис. 204. Варианты раскрепления мачт стоячим такелажем при площади парусности до 20 м²: а, б — оснастка «3/4»; в — вооружение с топовым стакселем.

1 — ахтерштаг; 2 — основные (нижние) ванты; 3 — ромбованты; 4 — краспицы ромбовант; 5 — штаг; 6 — верхние ванты; 7 — краспицы верхних вант; 8 — бакштаг.

где β — угол между вантами и мачтой (см. рис. 199). Очевидно, что при раскреплении мачты одной парой вант вся нагрузка приходится на наветренную ванту. При наличии верхних и нижних вант в оснастке типа «3/4» первые воспринимают 42 % общей нагрузки, а последние 58 % (рис. 204). При оснастке топовым стакселем нагрузка распределяется соответственно: 38 и 62 %. Ориентируясь по этим цифрам, можно подобрать стальной трос для стоячего такелажа, причем коэффициент запаса принимается равным трем (разрывная нагрузка троса должна быть равна утроенной величине расчетного усилия, приходящегося на данную снасть такелажа).

Следует учитывать, что если угол между вантами и мачтой составляет менее 13°, то такие ванты оказываются неэффективными, и мачта начинает работать на поперечный изгиб. Для увеличения угла β до 15—18° служат краспицы, которые изготовляют из алюминиевых труб или древесины твердых пород обтекаемого сечения. Краспица подвержена продольному сжатию. Ее поперечное сечение, как и мачты, рассчитывают по формуле Эйлера. Она должна располагаться в одной плоскости с вантой и мачтой таким образом, чтобы в продольном направлении ванта не сломалась.

Величину разрывной нагрузки для стоячего такелажа можно определить также по следующему приближенному правилу: основная ванта и штаг должны иметь прочность на разрыв, равную полному водоизмещению судна D ; верхние ванты и ахтерштаг при оснастке «3/4» — 60—70 % D ; при топовом стакселе — 100 % D . Для изготовления стоячего такелажа используют самые жесткие и не тянущиеся под нагрузкой стальные тросы конструкции 1 × 19; 7 × 7 или 6 × 7 с органическим сердечником, либо легированную проволоку из нержавеющей стали.

Детали для крепления стоячего такелажа к корпусу яхты и мачте должны иметь четырехкратный запас прочности. Усилие на отрыв от мачты воспринимается болтами, а на срез — болтами или шурупами.

§ 2. Такелажные работы

Тросы для стоячего и бегучего такелажа. С тросами (стальными, растительными или синтетическими) строителю судна так или иначе приходится иметь дело. Правильный подбор троса по конструкции и диаметру в зависимости от условий его работы, надежная заделка его концов, надлежащая конструкция блоков имеют немаловажное значение для безопасной эксплуатации судна.

Тросы из стальной оцинкованной проволоки применяют для рулевого привода (штуртрос), привода дистанционного управления мотором, стоячего и бегучего такелажа на яхтах.

Конструкция троса (рис. 205) обозначается тремя цифрами, которые выражают, соответственно, число прядей, число проволок в пряди и число органических сердечников. Например, запись $6 \times 37 + 1$ ОС означает: шестипрядный трос, имеет по 37 проволок в пряди, с одним органическим сердечником. Конструкция троса определяет его гибкость, от которой зависят габариты и вес блоков и барабанов и которая наравне с прочностью служит основой для его выбора при изготовлении той или иной снасти. Чем больше число проволок в пряди и чем меньше их диаметр, тем более гибок трос.

Для изготовления снастей стоячего такелажа применяют жесткие тросы, которые при минимальных диаметре и весе имеют наибольшую прочность и не вытягиваются под нагрузкой. Для снастей бегучего такелажа и штуртросов первостепенную роль играет гибкость.

Для изготовления стоячего такелажа яхт получил распространение очень жесткий и прочный спиральный трос конструкции 1×19 . Заделка огона на таком тросе, однако, дело сложное, поэтому для крепления троса к рангоуту чаще применяются концевые втулки, обоймы и т. п.

Трос 7×7 , также применяемый для стоячего такелажа, обладает некоторой гибкостью, заделка огонов на нем гораздо проще, но из-за большого числа проволок он сильнее вытягивается под нагрузкой и в большей степени подвержен коррозии, чем трос 1×19 . При заделке огона седьмая прядь обрубается, поэтому нужно учитывать пониженную прочность такой заделки.

Трос $6 \times 7 + 1$ ОС также может быть применен для изготовления стоячего такелажа, хотя он и менее прочен и вытягивается сильнее, чем ранее упомянутые тросы (из-за наличия органического сердечника). Трос легко сращивается; он может с успехом применяться для леерного ограждения. Для изготовления бегучего такелажа этот трос малопригоден из-за недостаточной гибкости. Органический сердечник способствует сохранению смазки, препятствующей коррозии.

Трос 7×19 — наиболее прочный из гибких тросов. Он применяется при изготовлении деталей бегучего такелажа, для которых наряду с прочностью важна малая вытяжка под нагрузкой (например, для штуртросов). К ценным свойствам этого троса следует отнести возможность заделки огонов и наличие металлического сердечника, благодаря которому трос не сминается в канавке шкива.

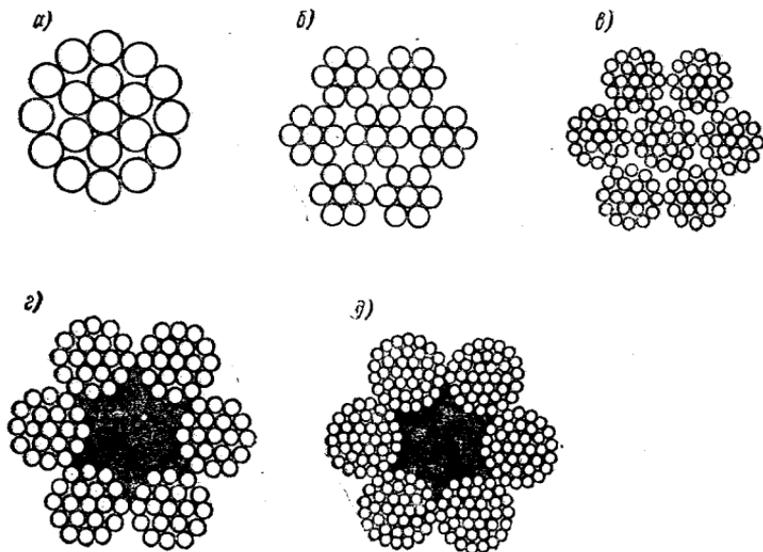


Рис. 205. Характерные конструкции стальных тросов: а — трос 1×19 ; б — 7×7 ; в — 7×19 ; г — $6 \times 19 + 1$ ОС; д — $6 \times 37 + 1$ ОС.

и может навиваться на барабан лебедки в несколько слоев. При заделке огона среднюю прядь обычно вырубают, и в этом случае необходимо учитывать ослабление троса на 15 %.

Трос $6 \times 19 + 1$ ОС имеет органический сердечник. Он более гибкий и эластичный, чем трос 7×19 , но сильнее вытягивается и деформируется под нагрузкой, а поэтому мало пригоден для навивки на гладкий (без канавок) барабан и для многослойной навивки.

Трос $6 \times 37 + 1$ ОС — очень гибкий, легко сплеснивается. Проволоки, составляющие его пряди, имеют малый диаметр, поэтому трос такой конструкции выпускается начиная с диаметра 5,5 мм. Трос сильно вытягивается и применяется для шкивов малого диаметра.

Трос обычно подбирают по действующей нагрузке с учетом коэффициента запаса прочности. Для стоячего такелажа принимают коэффициент запаса от 3 до 6, для бегучего такелажа — не менее 4 и не менее 6 во всех случаях, когда трос используется для подъема человека или самого судна. При выборе коэффициента запаса прочности, помимо расчетной нагрузки, нужно принимать во внимание условия работы троса: закрепление концов, диаметр шкивов, кратность приложения нагрузки, подверженность коррозии и т. п.

Следует предостеречь от применения очень тонких тросов, особенно на судах морского плавания. Необходимо также учитывать, что чем тоньше проволока, тем больше трос подвержен коррозии и износу. Наиболее коррозионно-устойчивыми являются тросы из оцинкованной или нержавеющей проволоки. Тросы из неоцинкованной или омедненной проволоки быстро покрываются ржавчиной и разрушаются, особенно в местах изгибов.

При вооружении мачт стоячим такелажем желательно дать тросу, особенно если он имеет органический сердечник, предварительную вытяжку. Это способствует более равномерному распределению усилий между прямыми прядями под действием рабочей нагрузки.

При переходе троса через блок его проволоки, помимо растяжения от нагрузки, получают дополнительные напряжения от изгиба, скручивания и смятия между проволоками. Лопнувшие от усталости и износа проволоки всегда находятся в месте касания троса о блок. Следует помнить, что на практике снасти бегучего такелажа и штуртрос подвергаются переменным нагрузкам, т. е. работают на усталость. Например, стаксель-фал на ходу яхты все время подвергается колебаниям в зависимости от нагрузки на стаксель и провисания штага. Амплитуда этих колебаний на крупной яхте может достигнуть 40—60 мм, а период — 1—3 с. Примерно в таких же условиях работает и штуртрос.

В табл. 24 указаны минимальные значения диаметров шкивов блоков, измеренные по канавке, в зависимости от конструкции и диаметра троса. Такой же диаметр должны иметь и барабаны рулевых приводов или лебедок.

Радиус канавки (кипа) шкива должен быть равен 1,05 радиуса троса. При более узком или широком кипе трос изнашивается быстрее. Кип шкива должен охватывать 130—150° поперечного сечения троса. Применение алюминиевых или текстолитовых барабанов способствует уменьшению износа троса.

Таблица 24. Значения диаметров шкивов блоков в зависимости от конструкции и диаметра троса

Конструкция троса	Диаметр шкива (выраженный числом диаметров троса)	
	предпочтительный	критический
$6 \times 7 + 1$ ОС	42	28
$6 \times 19 + 1$ ОС	24	16
7×19	24	16
$6 \times 37 + 1$ ОС	16	14

Такелажные работы. Для заделки петли (огона) на конце стального троса его развиляют на пряди, затем на трос и на пряди накладывают тугие марки. Прочная нитка кладется вдоль по тросу (рис. 206), один конец ее сворачивается петлей, а другой (ходовой) плотно, виток к витку, обматывается в один ряд вокруг троса по направлению к петле. Прodef затем ходовой конец в петлю, затягивают его под витки. Наложив марки, трос сгибают по форме и величине необходимого огона. Согнутый огон берет в ле-

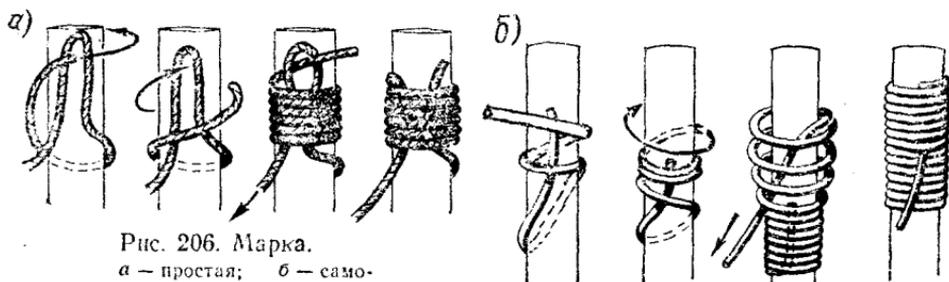


Рис. 206. Марка.
а — простая; б — само-
затяжная.

вую руку распушенными прядями вверх и от себя и, разделив развитые пряди на две равные части, вводят между ними коренной конец троса. Для того, чтобы огонь не раскручивался, после введения коренного конца троса левая верхняя прядь переносится на правую сторону, а нижняя правая прядь — на левую сторону. Затем начинается пробивка ходовых прядей в коренной конец троса. Нижнюю левую прядь 1 пробивают под две коренные пряди против свивки троса. Потом пробивают следующую прядь 2 (рис. 207), но уже под одну коренную прядь.

Таким же образом с правой стороны пробивают пряди 3 и 4. После этого все четыре пробитые пряди обтягивают, пока марка не подойдет к коренному концу, и пробивают оставшиеся пряди 5 и 6. После пробивки пряди еще раз обтягивают и начинают вторую пробивку через одну прядь под две против направления свивки троса так же, как это делали при пробивке второй пряди. Сделав 3,5 или 4,5 пробивки, огонь околачивают легкими ударами ручника, а лишние концы прядей обрубают. Место пробивки обматывают — клетниют тонким шнуром или мягкой проволокой. Пробивка прядей осуществляется с помощью металлической свайки (рис. 208): перед обтягиванием прядей в петлю заводится коуш.

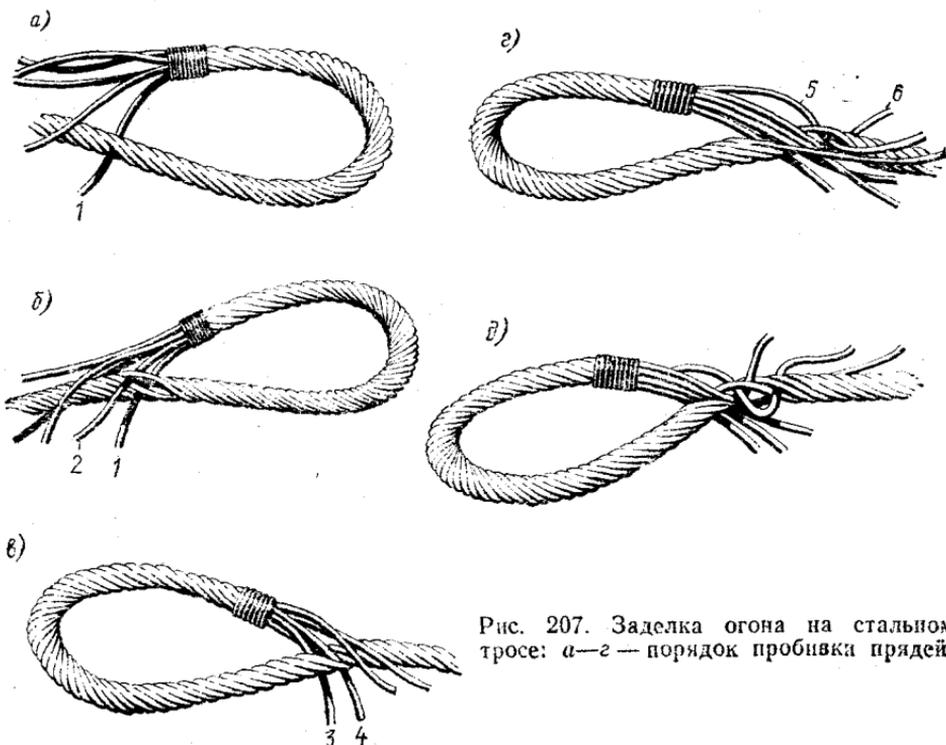


Рис. 207. Заделка огня на стальном тросе: а—г — порядок пробивки прядей



Рис. 208. Свайки — деревянная (1) и металлическая (2).

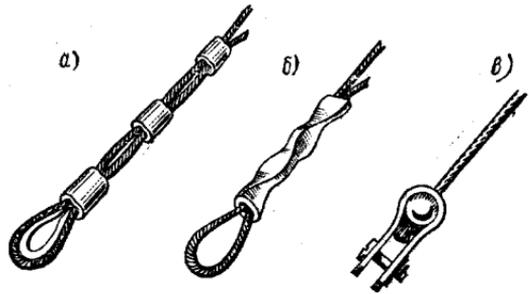


Рис. 209. Заделка петли на тросе с помощью трубок (а, б) и запрессовки шарика на конце троса (в).

Для того чтобы сделать правильный и достаточно прочный огон, нужно обладать определенными навыками. Любители часто заменяют его схватками из обрезков медной или алюминиевой трубки, накладываемыми на сложенные вместе концы троса (рис. 209, а). Внутренний диаметр трубки должен быть примерно в полтора раза больше диаметра троса, длина — 10 диаметров троса. Трубку, надетую на трос и вплотную прижатую к коушу, расклепывают до плотного обжатия троса, затем на расстоянии 40—60 мм ставят вторую и за ней третью схватки.

Можно выполнить соединение, применив одну длинную (80—100 мм) трубку (рис. 209, б), расплющивая ее попеременно в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Достаточно прочна и заделка конца троса запрессовкой его в отверстие стального шарика (рис. 209, в). Прочность такой заделки на отрыв составляет 60—80 % от разрывной нагрузки троса.

Заделывать концы растительных тросов значительно проще, чем стальных. Как и со стальными тросами, начинать нужно с наложения марки, которая не давала бы прядям развиваться. Марку надо делать на сухом тросе, иначе она сползет, после того как трос просохнет. Обычная марка делается так же, как и на стальном тросе; чтобы сделать самозатяжную марку (см. рис. 206, б), один конец нитки нужно положить вдоль вдоль троса, а вторым накладывать витки. На последних витках необходимо оставить слаbinу и пропустить под них конец хвостовой нитки, который затем туго обтянуть.

Иногда на конце необходимо сделать утолщение — кноп, предохраняющее снасть от выхлестывания, например, из блока. Для заделки простого кнопа трос распускается на пряди, которые обносятся одна под другой (рис. 210, а) и обтягиваются. Образуется полуколесо б.

Затем первую прядь ведут рядом с третьей, оставляя ее справа, и пробивают в середину полуколеса через петлю, в которую пробита третья прядь (в), Подобным образом пробивают и остальные пряди. Их концы можно обрезать или свить и наложить марку, чтобы получился простой кноп г.

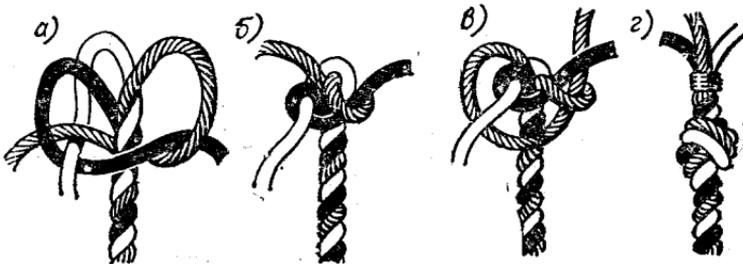


Рис. 210. Заделка простого кнопа,

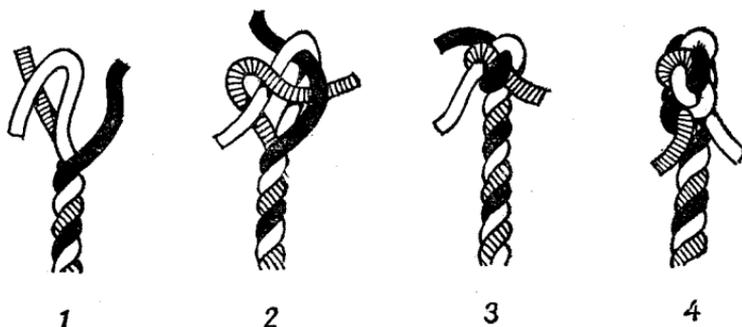


Рис. 211. Заделка конца троса репкой.

Репка делается так: распущенные пряди складывают крестом (рис. 211), обтягивают, затем пробивают их концы при помощи свайки по тросу таким образом, чтобы ходовая прядь перекрывала одну коренную и проходила под следующей против направления свивки троса.

Сделав три — четыре пробивки, обрезают оставшиеся концы прядей.

Огон (рис. 212, а) на простом трехрядном тросе заделывается так. Трос загибают петлей нужной величины и укладывают на него пряди так, чтобы одна из них расположилась поверх коренного конца, а две остальные — по сторонам от него. При этом коренной конец должен быть расположен слева, а ходовой — справа. Трос держится петлей к себе.

Вплеснивание ходового конца в коренной начинают со средней ходовой пряди, которую при помощи свайки пробивают под одну из прядей коренного конца обязательно против направления свивки троса, т. е. справа налево. Обтянув прядь, пробивают левую ходовую прядь под следующую коренную,

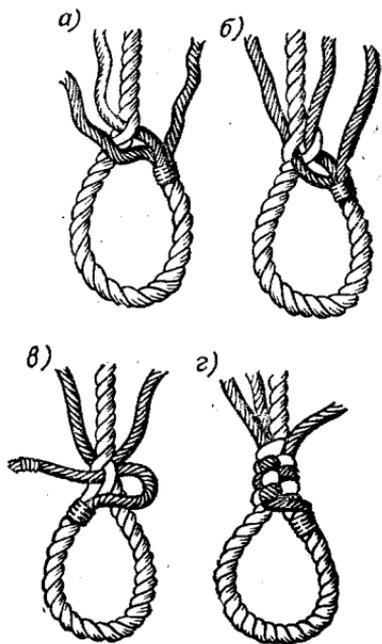


Рис. 212. Огон на растительном трехрядном тросе.

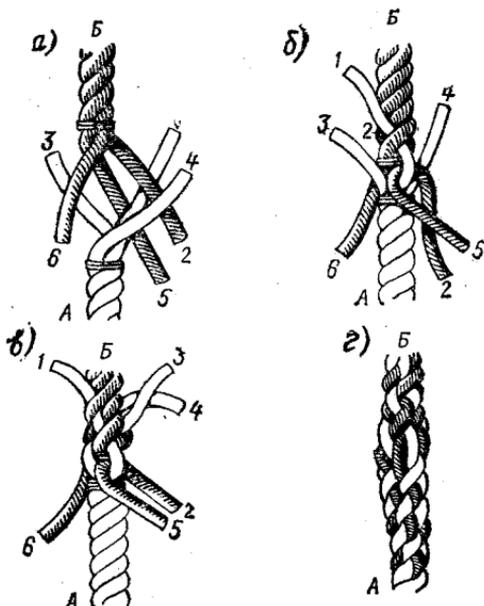


Рис. 213. Сращивание трехрядных тросов коротким сплеснем.

снять-таки против направления свивки троса. Затем, перевернув трос, оставшуюся ходовую прядь пробивают под соответствующую, еще не пробитую коренную прядь.

Между двумя соседними ходовыми прядями всегда должна находиться одна коренная. Чтобы утолщение на месте соединения плавно сходило на нет, после двух пробивок при каждой последующей надо срезать часть толщины ходового конца, уменьшая его диаметр наполовину. Закончив работу, необходимо обтянуть пряди, а концы их обрезать.

Когда надо срассить два троса без узла, то делают это в виде сплеса. Разведенные пряди обонх тросов вкладывают друг в друга в шахматном порядке, как показано на рис. 213, сближая по возможности марки, и начинают пробивку ходовыми прядями в раздвигаемые свайкой коренные пряди через одну под одну. Начинается пробивка с ходовой пряди 1 троса А, которой накрывают ходовую прядь 5 троса Б, затем пробивают ее под коренную прядь 6, обтягивают и отгибают, чтобы она не мешала работе. Так же поступают с ходовыми прядями 3 и 4 троса А: ими накрывают ходовые пряди 6 и 2 троса Б, а затем пропускают их, соответственно, под коренные пряди 2 и 5 этого троса.

Срезав марку на тросе Б, еще раз обтягивают пробитые в него ходовые пряди троса А, чтобы они ложились более плотно и не создавали лишнего утолщения, а затем приступают к встречной пробивке прядей троса Б между коренными прядями троса А.

§ 3. Как шить парус

Материалы. За редким исключением паруса шьются из тканых материалов, состоящих из множества параллельных нитей, расположенных вдоль полотнища — нитей основы — и перпендикулярных им нитей утка. Тканая структура материала паруса обуславливает изменение его профиля и формы под нагрузкой — при действии ветра. Ткань паруса не только по-разному деформируется — вытягивается при растяжении вдоль основы или утка, но и подучает деформацию по диагонали, при которой искажается правильная квадратная форма ячеек, образованных нитями основы и утка. Поэтому шитье хорошего паруса является своего рода искусством, требующим от мастера чуткого использования свойств ткани и прежде всего — учета деформаций, которые она получает под нагрузкой. Располагая ткань в парусе нитями основы под тем или иным углом к направлению действия наибольших нагрузок, растягивая предварительно ее по лигрсам шкаторин, опытный мастер имеет возможность регулировать форму и распределение пуза по высоте и ширине паруса.

В последние 30 лет паруса для лодок, яхт и больших парусников шьются из синтетических тканей — терилена, дакрона, лавсана и нейлона. Это прочные и легкие ткани, обладающие необходимой плотностью и гладкостью поверхности; последние два свойства в ряде случаев достигаются пропиткой синтетическими смолами. Благодаря заполнению смолей микропор между нитями ткани уменьшается также ее склонность к деформации при действии растягивающей нагрузки под углом к нитям основы и утка, что обычно приводит к большим искажениям формы паруса. Синтетика не гниет, устойчива к воздействию масел и многих химических веществ.

Однако достать синтетическую ткань для парусов (даже отечественный лавсан) судостроителю-любителю часто оказывается не под силу. Приходится применять традиционные материалы — льняную парусину или хлопчатобумажные ткани (фильтроткань и фильтромиткаль, авизенг, плащ-палатку и т. п. — см. табл. 25). Такие паруса обладают всеми недостатками, присущими тканям растительного происхождения: сильно впитывают влагу, при небрежном хранении могут гнить, имеют ограниченную прочность и сильно вытягиваются в свежий ветер, теряя свою форму.

Выбранную для самодельных парусов ткань нужно сначала проверить на плотность — приложить ее кусок к губам и попытаться прокуть. Для паруса пригодна ткань, которая вообще не продувается или продувается с трудом, не просвечивает насквозь на солнце. Затем нужно оценить ткань на способность к деформации — взяв прямоугольный кусок за расположенные по диагонали

Таблица 25. Ткани для шитья парусов яхт

Ткань	Артикул	Ширина, см	Вес 1 м ² , г	Для каких парусов используются
«Проба»	4245	80	290	Грот — 40 м ² и меньше
»	4246	50	214	» — 20 м ² » » , генуэзский стаксель
Фильтроткань	848	80	326	Грот — 40 м ² и меньше
Плащ-палаточная ткань	565	90	260	» — 15 м ² » »
Миткаль	2077	100	500	» — 40 м ² и больше
Палаточная	831	90	450	То же
Башмачная	1153	130	450	» »
Перкаль «А»	4224	135	135	Спинакер
Ткань АМ-100	4235	137	127	»
Лавсан ЦНИИ шелка	22740	82	296,5	Грот — 50 м ² и меньше
	22709	83	271,2	» — 60 м ² » »
	22740а	82,5	271,2	» — 60 м ² » »
	22769	82,3	305,9	Для всех парусов без ограничений
	22790	83,9	203,0	Грот — 30 м ² и меньше
	22791	82,0	144	» — 25 м ² » »
Капрон	22285	82	65	Спинакер
	22601	90,3	45	»

углы, сильно растянуть его. Если вдоль диагонали образуются большие складки, значит ткань слишком сильно и неравномерно тянется под нагрузкой; паруса из нее будут плохо держать форму.

Ткань не должна быть ни слишком тяжелой (основные паруса швертботов и небольших яхт могут быть сшиты из хлопчатобумажной ткани массой 220—300 г/м²), ни слишком слабой, чтобы не рваться при внезапном усилении ветра.

Морская парусина, из которой шьют паруса для шлюпок и чехлы, для парусов малых яхт слишком груба и тяжела. В слабый ветер такие паруса «не тянут», а при намокании ухудшают остойчивость судна.

Шитье парусов. Шить паруса желательно на швейной машине швом «зиг-заг», обладающим хорошей прочностью и не допускающим растягивания парусины в поперечном направлении. В крайнем случае, можно шить и обычным прямым стежком. Хорошая смазка машины, острая иголка и прочная (лучше льняная) нитка необходимы при всех обстоятельствах. Иголку нужно выбрать потолще. Если машина будет идти тяжело, можно увеличить длину стежка и помочь электромотору, вращая маховик рукой. При шитье прямым стежком для получения прочного шва лучше применять сдвоенную нитку. Удобно пользоваться цветными нитками — они хорошо выделяют швы, но нитка не должна при намокании красить ткань паруса.

Ткани выпускают шириной от 70 до 150 см. Шить парус, однако, из таких широких полотнищ нельзя, так как он не будет иметь достаточной прочности и станет сильно растягиваться под действием ветра. Поэтому хлопчатобумажную ткань предварительно упрочняют складками фальшивых швов, разбивая ее на полосы шириной по 300—450 мм.

В фальшивом шве приходится прошивать три слоя ткани. Места складок нужно предварительно разметить. Для этого расстилают ткань на полу и при ширине ее 90—140 см проводят карандашом параллельно боковой кромке две линии, делящие полотнище на три равные части. Заложив складку точно по карандашной линии, прошивают шов длинными стежками на машине (рис. 214). Ширина фальшивых швов, как и «настоящих», принимается равной 1,5 см для маленьких швертботов, 2 см — для малых килевых яхт и 2,5 см — для парусов

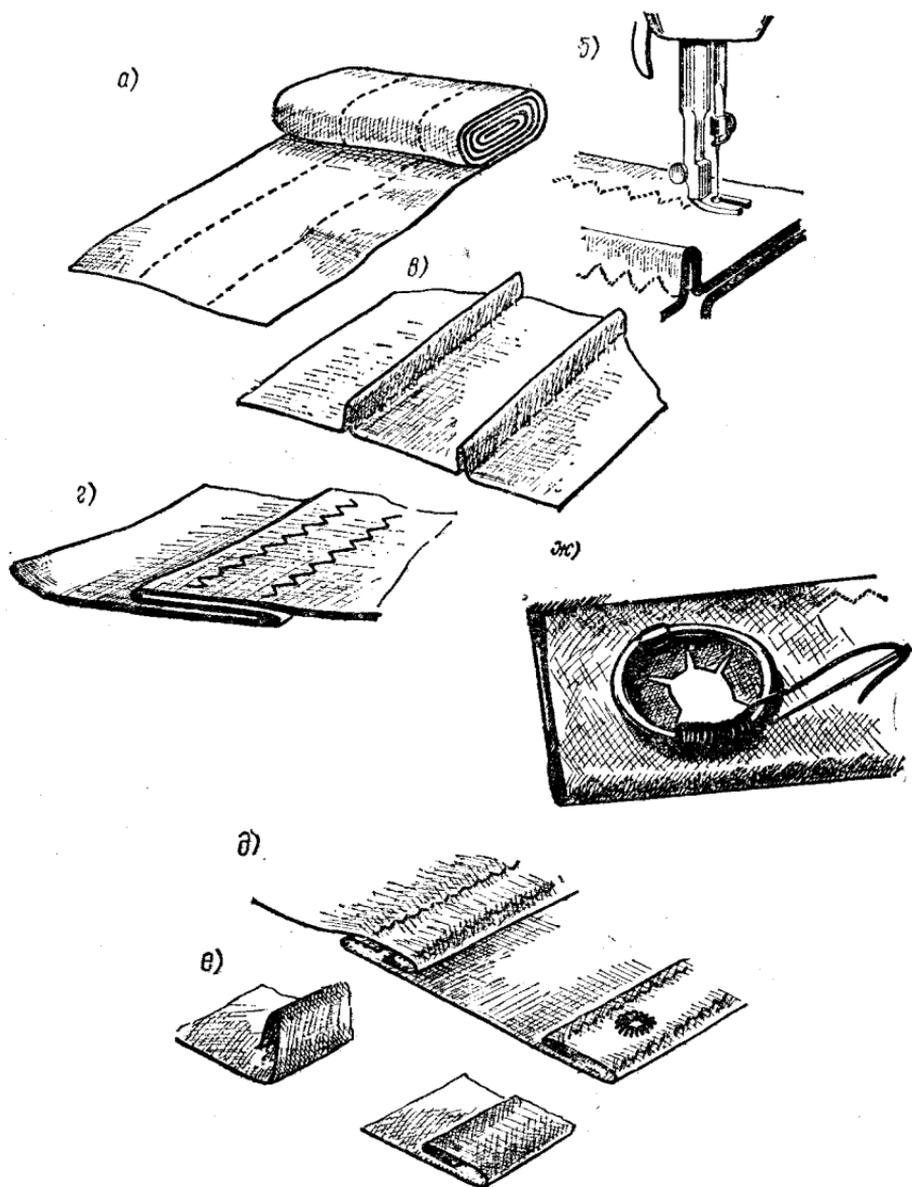


Рис. 214. Заделка швов на парусе: а — разметка швов на материале; б, в — застрачивание фальшшвов; г — готовый фальшшов; д, е — сшивка полотнищ между собой и заделка шкаторины; ж — заделка люверса.

более крупных судов. Прошитые таким образом полотнища укладывают на чертеж паруса, выполненный в натуральную величину на полу, и сшивают.

Часть швов приходится выполнять вручную, с помощью иглы и гардамана — специального парусного «наперстка», надеваемого на ладонь. Нормальная парусная игла имеет треугольное сечение. Такой иглой иногда комплектуются наборы игл для туристов. Для ручного шитья нужны нитки с минимально допустимой толщиной, обеспечивающей необходимую прочность. Если нитка при затяги-

вании стежка рвет парусину, она излишне прочна. Для нормальной работы лучше применять сдвоенную, а для особо прочных частей паруса — четверенную нитку. Чтобы шить было легче, нитку рекомендуется натереть воском или мылом.

Для ручного шитья парусов и постановки заплат лучше всего подходит плоский шов (рис. 215, а), который ведут сверху, сделав на парусе складку таким образом, чтобы игла проходила через нее параллельно шву. Обтянув стежок, делают следующий. Средняя длина стежка около 5 мм.

Круглый шов (рис. 215, б) применяется для сшивания кромок двух полотнищ. Сложив обе кромки вместе, протыкают ткань иглой в направлении от себя, обносят иглу вокруг кромок и делают новый прокол на расстоянии двух — трех толщин нитки.

Подобным же образом обметывают на парусе отверстия — люверсы. По диаметру отверстия сворачивают кольцо (см. рис. 214, ж) из нержавеющей проволоки (медь, латунь, алюминий); концы его желательно спаять. Наложив кольцо на парус, обчерчивают его изнутри и делают в парусе отверстие диаметром, наполовину меньшим, чем диаметр кольца. Затем кольцо обметывают ниткой, плотно затягивая стежки.

Вычерчивание паруса. Грот, сшитый из хлопчатобумажной ткани для сильного ветра, со временем растягивается по передней шкаторине примерно на 2—4 % ее длины, по нижней — на 1,5—2,5 %, стаксель — на 2,5 и 1 % соответственно. Между фаловым углом и гиком (в поперечном сечении, вдоль нитей основы) грот садится на 1—2 %. Это необходимо учесть при вычерчивании паруса в натуральную величину, т. е. надо заведомо укоротить его по шкаторинам на соответствующие величины.

Выполняют чертеж (плаз паруса) в следующем порядке. На полу с помощью мела, нитки и рулетки размечают и вычерчивают контуры паруса по размерам, указанным на чертеже парусности яхты. Эти размеры парус примет с течением времени после вытяжки ткани. Подсчитывают величину поправок, которые нужно учесть в размерах шкаторин на вытяжку, и откладывают их на соответствующих линиях чертежа. Учитывают также размеры дощечки, которая пришивается в фаловом углу грота.

Для отбивки прямых линий используют прочную нитку, натертую мелом. Кривые линии проводят по длинной гибкой рейке или выкладывают по заданным точкам растительным или синтетическим тросом, наблюдая с одного из концов кривой линии за ее плавностью.

Для того чтобы грот, растянутый по мачте и гикю, принял правильный аэродинамический профиль — приобрел «пузо» — его переднюю и нижнюю шкаторины выкраивают по дуге — выпуклостью к рангоуту. Когда парус поставлен, эти шкаторины распрямляются, и на парусе образуется свободный, ненатянутый участок в виде мешка.

Максимум выпуклости (или «серпа», как ее называют яхтсмены) на передней шкаторине грота располагается на $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{3}$ ее длины от галсового угла — для килевых яхт и на $\frac{1}{8}$ — для швертботов. Нижняя шкаторина имеет максимум серпа на $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ длины от галсового угла. Величина стрелки «серпа» на передней шкаторине принимается обычно в пределах 1 % от ее длины, на нижней — 1,5 %. Отложив эти размеры на шкаторинах, с помощью гибкой рейки можно вычертить очертания передней и нижней кромок паруса.

С помощью серпов можно получить пузо, расположенное вблизи передней или нижней шкаторин. Для того чтобы сместить его максимум дальше в корму (на 35—40 % ширины паруса от мачты), применяют метод закладок, выполняя ряд полотнищ паруса не с прямыми кромками, а с лекальными, суживающимся по направлению к шкаторинам. Когда эти кромки сшиты вместе, парус

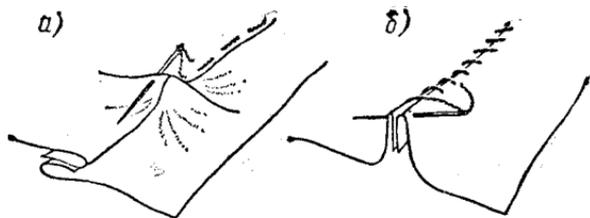


Рис. 215. Типы ручных швов: а — плоский; б — круглый.

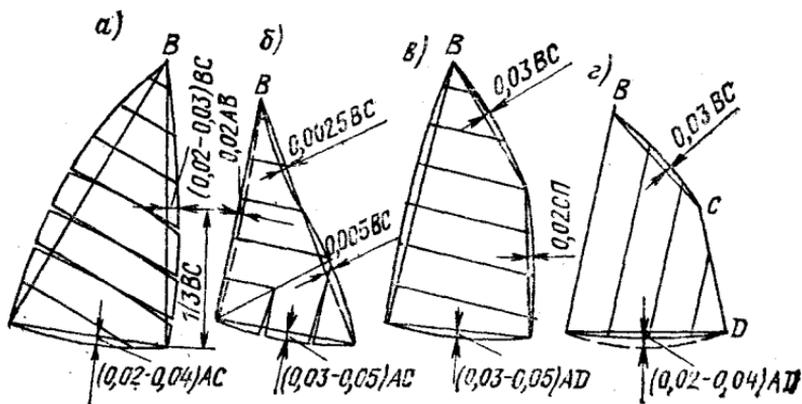


Рис. 216. Раскрой паруса, обеспечивающий правильную форму пуза: а — бермудский грот; б — стаксель; в — грот-гуарн; з — рейковый парус для малых лодок (штриховой линией показан серп по нижней шкаторине при отсутствии гика).

приобретает определенную выпуклость в поперечном сечении. Длина и максимальная ширина закладок определяются опытным путем на готовых парусах. Наибольшую величину закладок имеют в нижней, самой широкой части паруса, где требуется обеспечить соответственно пузо с максимальной стрелкой.

Максимум серпа грота по задней шкаторине обычно задается на чертеже парусности в зависимости от требующейся центровки парусов, количества и размеров лат, которые вкладываются в латкарманы (см. рис. 218), и располагается на $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ длины задней шкаторины от фалового угла. Этот контур также проводится на чертеже грота (рис. 216).

Передние паруса — стакселя — не крепятся к рангоуту, а растягиваются между тремя точками — фаловым, шкотовым и галсовым углами. Штаг не является жестким, как мачта, а растягивается и провисает под нагрузкой. При провисании штага и натянутой задней шкаторине «пузо» стакселя увеличивается неравномерно: в верхней части паруса оно становится непропорционально большим; поток воздуха, стекающий со стакселя, «отдувает» ткань грота, нарушая его эффективную работу. Поэтому при раскрое стакселя его передняя шкаторине придают S-образность, делая в верхней части «отрицательный» серп, направленный выпуклостью внутрь паруса, а в нижней — «положительный». По нижней шкаторине делается небольшой серп; задняя шкаторина обычно прямая или слегка вогнутая, особенно на стакселях для сильного ветра. Вогнутость препятствует чрезмерной «пузатости» паруса в верхней части и предотвращает загибание задней шкаторины в наветренную сторону и задувание грота.

Шкотовый угол стакселя делают пополам биссектрисой. Она обозначает положение среднего шва, делящего парус на верхнюю часть, где полотнища располагаются перпендикулярно задней шкаторине, и нижнюю, в которой полотнища перпендикулярны нижней шкаторине.

Раскрой и шитье грота. Полотнища ткани с предварительно прошитыми фальшивыми швами укладывают на чертеж паруса перпендикулярно линии, соединяющей фаловый и шкотовый углы (рис. 217). Именно вдоль этой линии действуют наибольшие напряжения и важно, чтобы с их направлением совпали нити основы ткани. В этом случае ткань не будет деформироваться по диагонали и задняя шкаторина имеет устойчивую форму. Первым кладут полотнище от галсового угла; его растягивают, прикрепляя к полу шильями или грузами. Выше на него кладут второе полотнище так, чтобы оно перекрывало первое на величину припуска для шва (примерно на 20—25 мм). Полотнища должны выходить на 60 мм за линию задней шкаторины, на 25—30 мм — за линию передней и на 50 мм — за линию нижней шкаторины. С целью экономии материала каждое следующее полотнище следует поворачивать на 180° (обрезанный конец у ле-

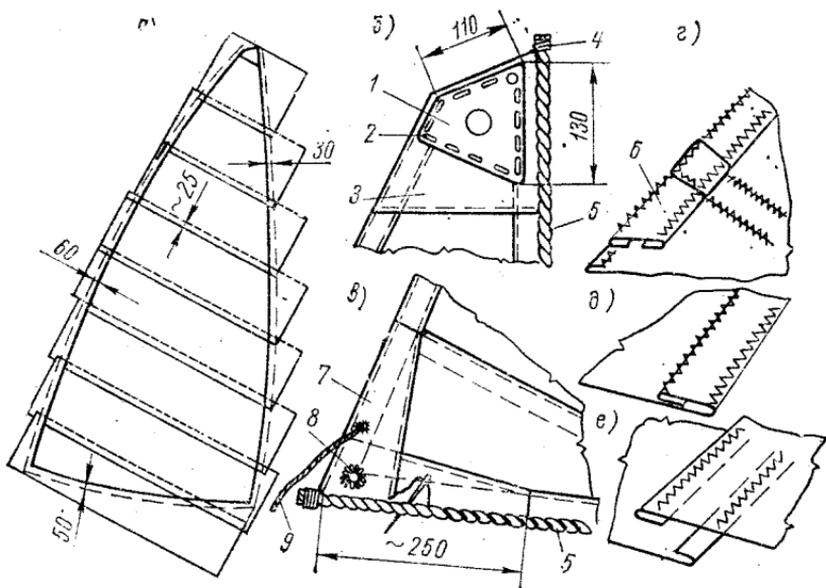


Рис. 217. Укладка полотнищ при раскрое паруса (а) и детали конструкции грота; б — фаловый угол; в — шкотовый угол; г — заделка задней шкаторины; д — заделка передней и нижней шкаторин; е — шов, соединяющий два полотнища.

1 — фаловая дощечка (фанера, $\delta = 3 \div 4$; или дюраль, $\delta = 1,2 \div 1,5$, с двух сторон паруса); 2 — прошивка фаловой доски; 3 — боут фалового угла; 4 — марка на конце ликтроса; 5 — ликтрос; 6 — фальшивка; 7 — боут в шкотовом углу; 8 — люверс для шкота; 9 — булинь.

редней шкаторины должен лечь на следующем полотнище к задней шкаторине). Складки фальшивых швов должны быть сверху.

После того как полотнища заполняют чертеж до фалового угла, укладывают нижние полотнища, пока они не закроют шкотовый угол. Верхнюю кромку каждого последующего полотнища подсовывают под нижнюю кромку предыдущего. Когда все полотнища будут разложены, на каждом шве через 20—30 см наносят вертикальные риски («мелки»), которые служат для контроля при шитье паруса. Для того чтобы швы получались одинаковой ширины, следует провести карандашом на расстоянии 20 мм от нижней кромки каждого полотнища параллельную ей линию. Затем полотнища обрезают спереди и сзади с учетом указанных припусков и складывают стопкой, начиная с фалового угла. Далее берут два полотнища сверху стопки и сшивают их вместе на машине точно по карандашной линии, добиваясь совпадения вертикальных рисок — мелков. Перевернув полотнища, накладывают второй ряд стежков по другой стороне шва, затем прошивают фальшивые швы, если они были только сметаны (см. рис. 214). Так же пришивают все остальные полотнища. После сшивания всех полотнищ парус снова укладывают на плазовую разбивку — на чертеж, тщательно разглаживают и прикрепляют к полу шпильями. Переносят на ткань контуры паруса, обрезают лишнюю, сверх припуска, ткань, затем подгибают края по всем трем шкаторинам так, чтобы контур паруса точно совпадал с линиями чертежа. Сгибы ткани заглаживают утюгом, чтобы они были заметны при прошивке полотнищ, а положение швов отмечают карандашом на расстоянии 2 мм от краев шкаторин.

По передней и нижней шкаторинам парусина полотнищ должна быть подогнута не один раз, а дважды. К задней шкаторине пришивают так называемую фальшивку — полосу ткани, отрезанную от припуска в 5—6 см на этой шкаторине. Фальшивка необходима для того, чтобы шкаторина вытягивалась равномерно со всем парусом и не загибалась на подветренную сторону. Ширина фальшивки 4—5 см; на подгибку шкаторины оставляют 1 см.

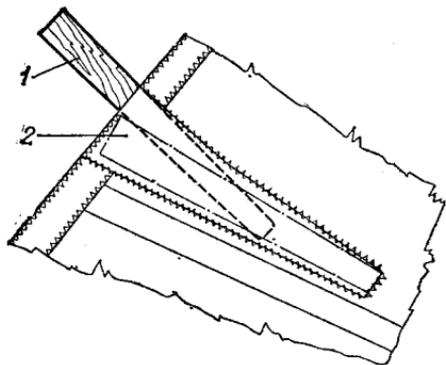


Рис. 218. Латкарман.
1 — лата; 2 — латкарман.

Прошивать латкарманы на шкаторине не следует, так как в нее будет продернут булинь (рис. 218).

Ликтовка грота. К передней и нижней шкаторинам грота нужно пришить ликтрос, который упрочняет парус и служит для соединения его с рангоутом (входит в пазы на мачте и гике). Предварительно ликтросу (чаще всего его делают из растительного троса) дают вытяжку, растянув и подвесив к его середине (дня на два) груз в 50—60 кг. Затем ликтрос нужно раскрутить так, чтобы он не проявлял тенденции к закручиванию в ту или другую сторону.

Туго натянув трос, мягким цветным карандашом намечают вдоль него прямую линию. Этой линии следует придерживаться при пришивании троса и не допускать его перекручивания. Пришивать ликтрос нужно, закрепив его средней частью у галсового угла и вести работу сначала по нижней, затем по передней шкаторинам так, чтобы игла, проходя через ткань, захватывала одну прядь; нитку надо туго натягивать. Важно, чтобы парус был натянут по всей длине ликтроса равномерно, без складок и морщин. Ликтрос вытягивается больше парусины, поэтому он должен быть примерно на 5% короче шкаторины. Полезно предварительно прикрепить ликтрос к парусу временными прихватками через 250—300 мм.

Раскрой и шитье стакселя. После того как будет вычерчен контур стакселя с учетом вытяжки парусины, замеряют точно ширину полотнищ и откладывают ее на нижней и задней шкаторинах, начиная со шкотового угла. Из этих точек восстанавливают перпендикуляры таким образом, чтобы они встретились на среднем шве — биссектрисе (рис. 219).

Полотнища начинают укладывать на нижнюю часть чертежа паруса фальшивыми швами вверх. Первое полотнище кладут в шкотовый угол, выравнивают его по предварительной разметке (перпендикулярно нижней шкаторине), направляют и прикрепляют к полу с помощью шильев или грузиков. Это полотнище затем обрезают, оставляя припуск 20—25 мм для среднего шва, а по нижней шкаторине — 40 ÷ 50 мм. Далее кладут второе и последующие полотнища с перебором для свишки в 20—25 мм, пока вся нижняя часть чертежа паруса не будет покрыта тканью.

Таким же образом выкладывают полотнища и на верхней части чертежа паруса с припуском 40—50 мм по задней шкаторине. Положение полотнищ друг относительно друга фиксируют мелками, нанося отметки через 300—350 мм. Затем, начиная с галсового угла, берут первое полотнище нижней части паруса и кладут его на второе, оба вместе — на третье и так далее до шкотового угла. Таким же образом складывают в отдельную стопку полотнища верхней части паруса, начиная с фалового угла. Перевернув стопку, полотнища сшивают на машине, следя за совпадением мелков, так же как это делается и при пошиве грота. Когда обе части паруса готовы, их сшивают по среднему шву, следя за совпадением швов обеих частей.

Снова кладут парус на чертеж, обрезают его по кромкам. По передней шкаторине полезно пришить усиливающую ленту — фальшивку; по остальным

Подогнутые шкаторины и фальшивку прошивают на машине, затем пришивают по углам паруса усиливающие накладки — боуты, а по задней шкаторине — карманы для лат. В фаловом углу закрепляют фаловую дощечку из фанеры или дюралюминия (две пластины — с обеих сторон паруса), а внутрь фальшивки пропускают тонкий прочный шнур — булинь. Верхний конец булини закрепляют на фаловой дощечке, нижний — свободно выводят из паруса и крепят к гике. Теперь остается поставить люверсы с ромбовидными накладками из парусины для взятия рифов и пришить карманы для лат — тонких, гибких реек из дерева, которые поддерживают «серп» на задней шкаторине.

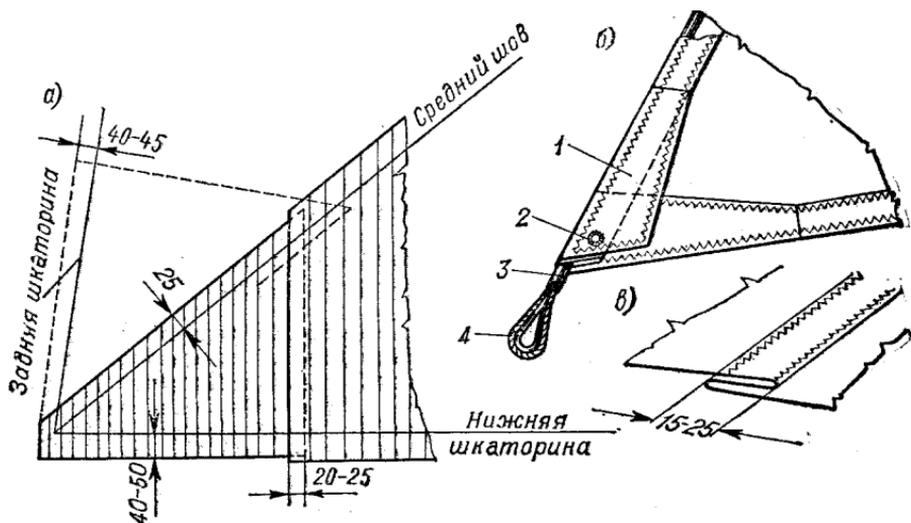


Рис. 219. Стаксель: а — укладка первых полотнищ в шкотовом углу; б — конструкция скользящей шкаторины; в — фальшивый шов.

1 — брут; 2 — люверс для галс-оттяжки; 3 — трубка из поливинилхлорида; 4 — огон ликтроса.

двум шкаторинам можно ограничиться подгибом парусины. В углах паруса нашивают боуты: в галсовом и фаловом — по одному с нижней и верхней стороны паруса, в шкотовом — один с верхней и два с нижней стороны, чтобы увеличить прочность этого весьма нагруженного угла. Важно, чтобы направление основы и утка тканей на боутах и парусе совпадали.

По передней шкаторине стакселя чаще всего ликуются стальным тросиком. Сначала вырубает загофовку ликтроса точно по длине передней шкаторины и заделывают на его концах огоны с коушами. Затем плотно обматывают по всей длине ликтрос полосой из тонкой парусины, закрепляя ее схватками из ниток (с помощью иглы). Подготовленный ликтрос просовывают между парусом и усиливающей лентой по передней шкаторине и прошивают шкаторину стежками настолько близко к тросу, насколько это возможно. Желательно при каждом стежке захватывать парусину, которой обмотан ликтрос. Важно исключить возможность смещения парусины по тросу. Огоны на ликтросе могут быть заделаны на парусе или, наоборот, выпущены на некоторое расстояние (рис. 220). В первом случае огон с коушем обматывается парусной ниткой подобно люверсу, во втором — на них накладывается клетневка. Шкотовый угол стакселя ликуются растительным тросом на 1—1,5 м по нижней и задней шкаторинам.

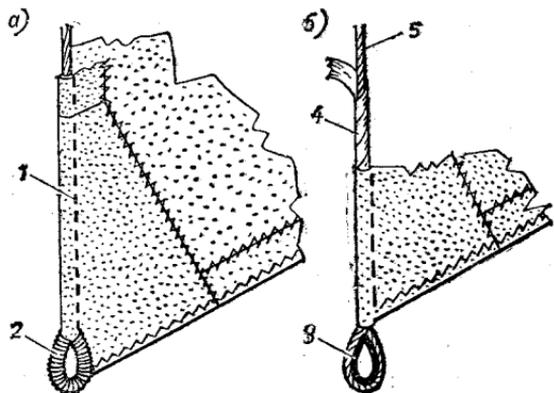


Рис. 220. Заделка стального ликтроса на передней шкаторине стакселя: а — с огном, вшитым в парус; б — с огном вне паруса.

1 — шов крепления ликтроса; 2 — клетневка огона с коушем; 3 — коуш; 4 — лента парусины; 5 — ликтрос.

В ряде случаев стаксель не ликуют, а делают со скользящей передней шкаториной. Ликтрос закрепляют только в фа-

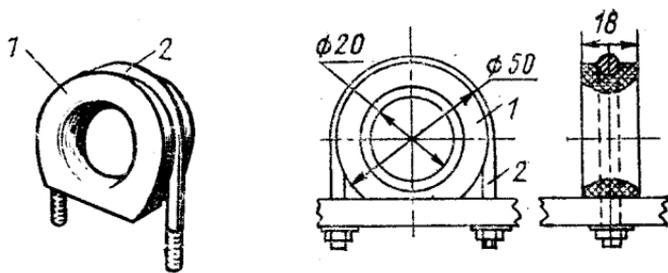


Рис. 222. Направляющие кппы стаксель-шкотов.
1 — кольцо из текстолита; 2 — скоба.

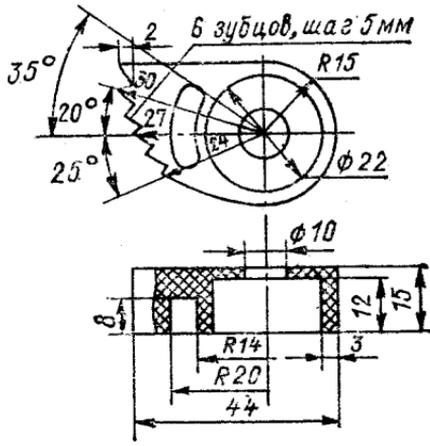
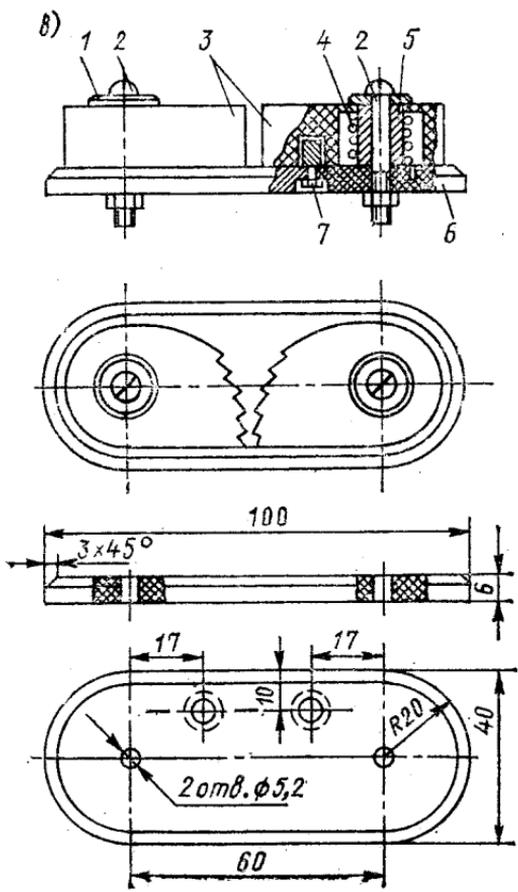
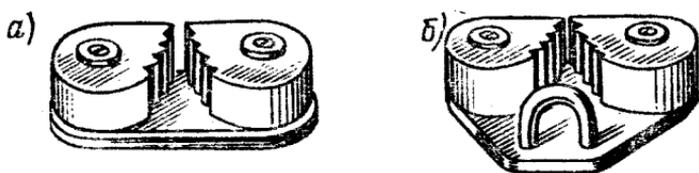


Рис. 223. Эксцентриковый стопор — простой (а) и со скобой (б); в — конструкция и детали.
1 — шайба; 2 — винт М5; 3 — эксцентрик; 4 — пружина из проволоки $\phi 1$ мм; 5 — втулка; 6 — основание (текстолит); 7 — упор.

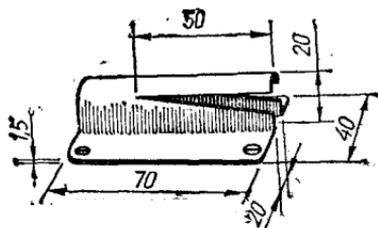


Рис. 224. Клиновой (или щековой) стопор.

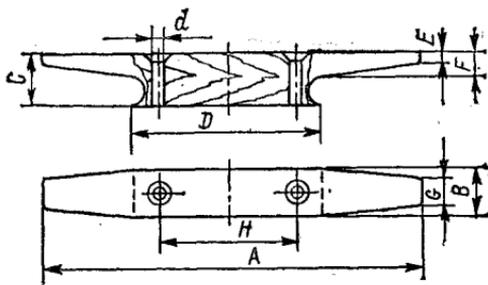


Рис. 225. Деревянная утка.

Размеры в мм

A	B	C	D	E	F	G	H	d
200	25	25	100	8	12	20	75	8
150	20	20	75	6	8	16	55	6
100	12	12	50	4	6	10	35	4

(рис. 221, б и в), служащие как для направления снастей бегучего такелажа — фалов, шкотов и т. п., так и для облегчения их выбирания путем проводки снасти в несколько лопарей — в виде талей.

Шкивы блоков для капроновых и растительных тросов рекомендуется вытачивать из текстолита, винипласта или легкого сплава; щеки могут быть сделаны из пластмасс, нержавеющей стали или алюминия. Оси — нагели — вытачивают из нержавеющей стали или латуни.

При изготовлении блоков следует учитывать, что при огибании шкивов малого диаметра трос быстро изнашивается и возрастают потери на трение. Поэтому шкивы должны иметь диаметр не менее четырех, а лучше шести диаметров троса. При ширине желобка (кипа) шкива, равной 1,4—1,5 диаметра троса исключается трение троса о щеки.

Для проводки стаксель-шкотов применяются направляющие кольца — килы (рис. 222), которые закрепляют на палубе или на ползунах, скользящих по направляющим рельсам. Во втором случае имеется возможность регулировать положение килы и тем самым натяжение шкаторин и форму пуза стакселя. Кольца килы вытачивают из фторопласта или текстолита.

Эксцентриковые стопора (рис. 223) позволяют быстро закрепить шкот или фал и так же быстро отдать в случае необходимости. Особенность их работы такова, что чем большее усилие прилагается к шкоту со стороны паруса, тем надежнее он удерживается эксцентриками с насечкой. Для того чтобы снять шкот со стопора, достаточно натянуть трос до ослабления сжатия эксцентриков и выхлестнуть его из зажима.

Существуют и более простые клиновые стопора (рис. 224), которые можно сделать из алюминиевой трубки или полосы. Но такие стопора следует применять в случаях, когда усилие на снасти невелико и работать с ней приходится сравнительно редко (например, сорлинь руля).

Такелажные скобы (см. рис. 221, а), сделанные из нержавеющей стали, применяют для часто отдаваемых соединений различных снастей с парусами и деталями вооружения яхты.

Нагели со стопорным кольцом (см. рис. 221, г) используются в сравнительно редко отдаваемых соединениях такелажа и деталей вооружения, например, для крепления вант и штагов к мачте и талрепам.

Для крепления ходовых концов фалов и шкотов царяду со стонорами можно применять обычные деревянные утки, которые изготавливают из плотной и прочной древесины дуба или красного дерева, иногда — из металла (рис. 225).

Необходимым элементом парусной оснастки является и устройство для уменьшения площади грота — взятия на нем рифов. В простейшем случае грот снабжается одним — двумя рядами отверстий, расположенными параллельно гика и усиленных нашивками из парусины. В эти отверстия пропускается шнур

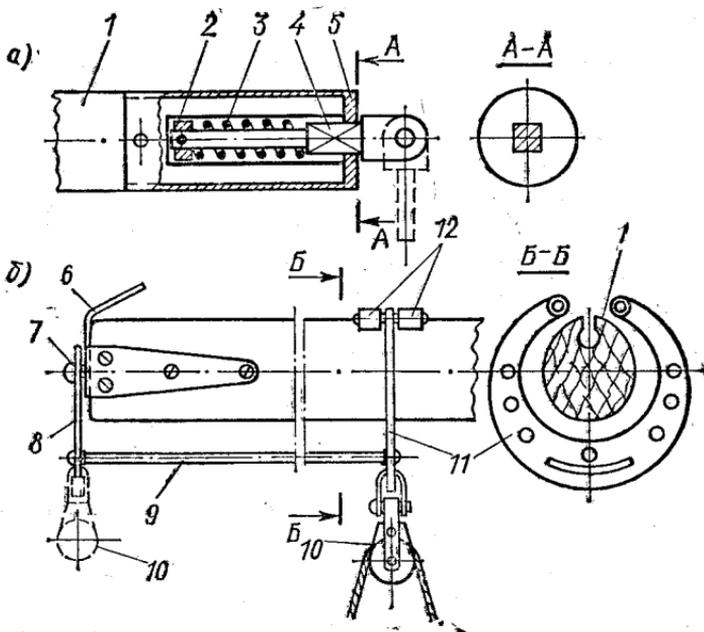


Рис. 226. Патент-риф простейшей конструкции для малых яхт и швертботов: а — пятка гика (у мачты); б — нок.

1 — гик; 2 — кольцо; 3 — пружина; 4 — штырь; 5 — стакан; 6 — оковка нока; 7 — ось-защелка; 8 — серьга; 9 — пруток или тросик; 10 — блок гика-шкота; 11 — хомут; 12 — ролики.

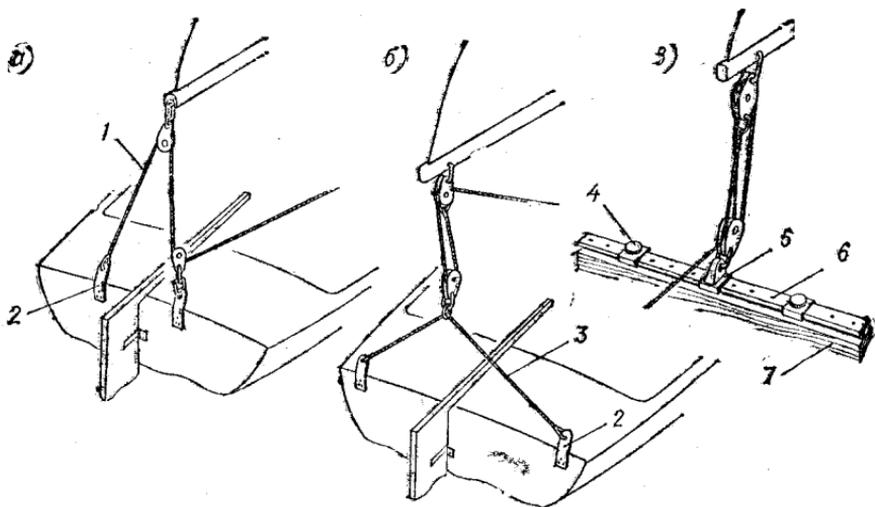
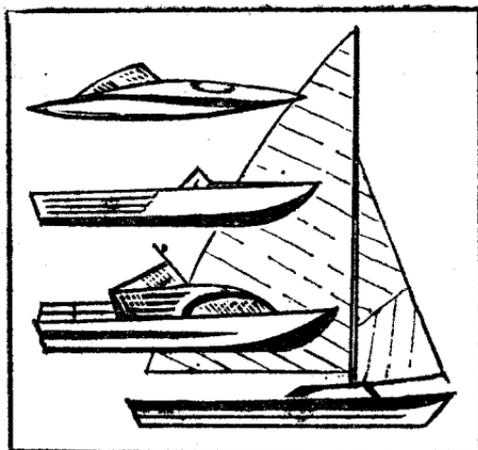


Рис. 227. Схема проводки гика-шкота на малых яхтах и швертботах: а — проводка в два лопаля; б — проводка в три лопаля с тросовым погоном и ходовым концом, сходящим с верхнего блока; в — проводка гика-шкота на яхте, снабженной рельсовым погоном.

1 — гика-шкот; 2 — обушок; 3 — тросовый погон; 4 — ограничители хода ползуна; 5 — ползун; 6 — рельс; 7 — бимс.



3

ПЯТНАДЦАТЬ ПРОЕКТОВ

Глава 8 ГРЕБНЫЕ ЛОДКИ

Проект 1. Лодка „СКИФ“

Основные данные	
Длина наибольшая	4,00 м
Ширина	1,26 м
Высота борта минимальная	0,37 м
Допускаемая нагрузка	4 чел.
Подвесной мотор	1,5—6 кВт (2—8 л. с.)
Масса корпуса	100 кг

Простые плоскодонные лодки, построенные из теса, можно встретить на любой реке или озере. Никому не приходит в голову поинтересоваться фамилией их конструктора. Это и понятно, потому что это — результат творчества многих поколений местных мастеров. Годами оттачивалась простота конструкции, а также форма корпуса, наиболее целесообразная для конкретных условий. И как результат — лодки на разных бассейнах, даже если они и имеют общий характерный признак — плоское дно, значительно отличаются друг от друга обводами корпуса и способами постройки.

Мы предлагаем вниманию читателей плоскодонную лодку заокеанского происхождения — лодку «Скиф» североамериканских рыбаков (рис. 229). Такие

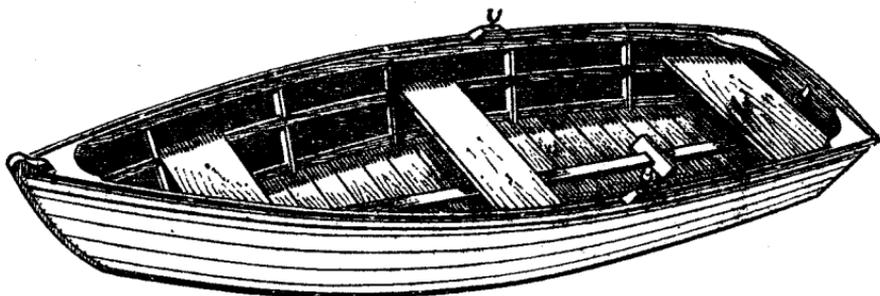


Рис. 229. Общий вид лодки.

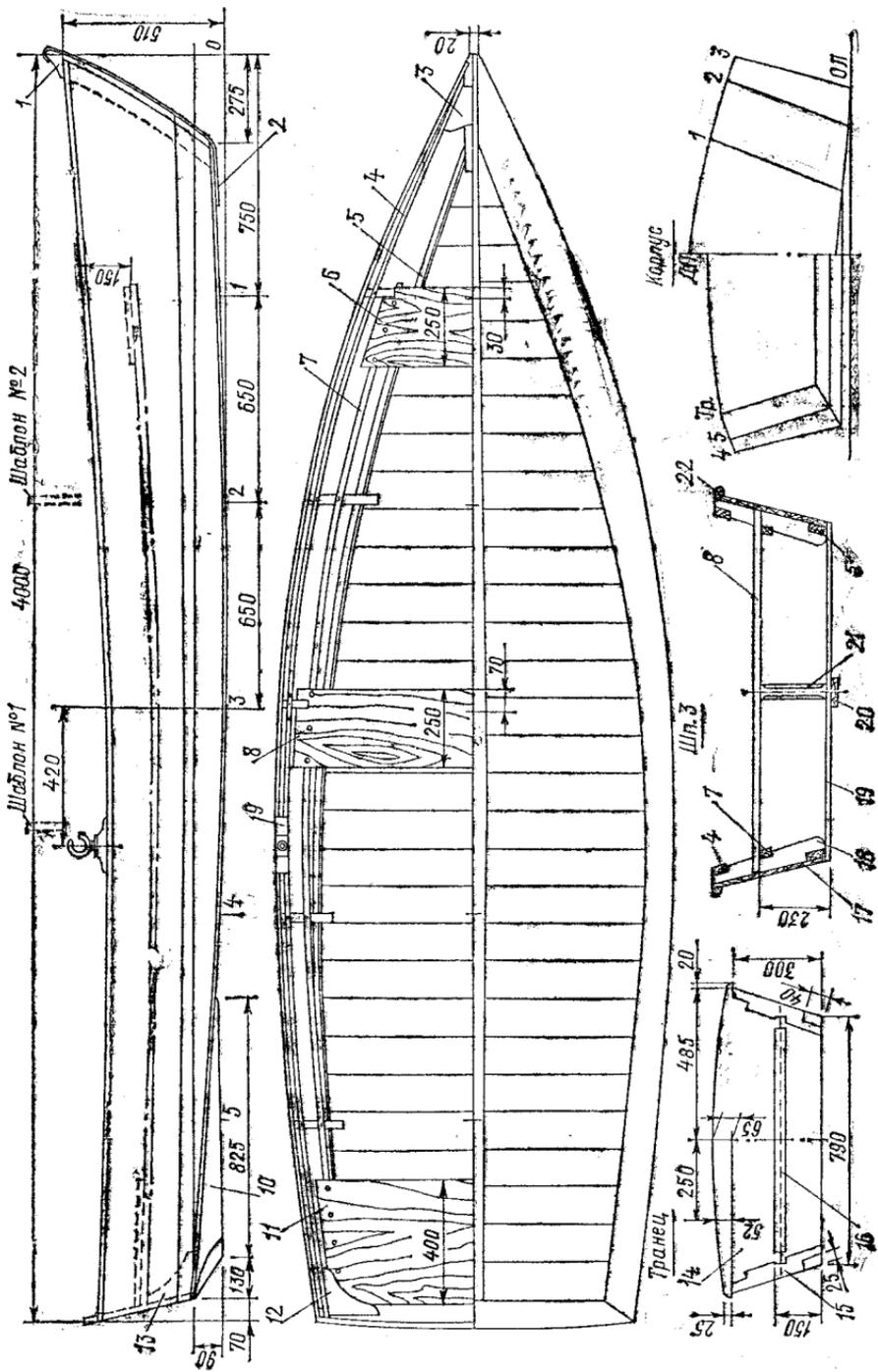


Рис. 230. Конструкция и обводы гребной лодки «Скиф».

1 — форштевень 75 × 90 × 650; 2 — защитная полоса 2 × 16 × 900, сталь (крепить к штевню и килу шпунтами 4 × 20 через 75 мм); 3 — брештук δ = 30; 4 — привальный брус 20 × 45 × 4200 (крепить с обшивкой через шпангоуты гвоздем-закленкой 4 × 50); 5 — скуловой стрингер 25 × 50 × 4000; 6 — носовая банка 20 × 250 × 750; 7 — поддегарс 20 × 45 × 3350 (врезать на 5 мм в шпангоуты, крепить шпунтами 5 × 40); 8 — гребная банка 20 × 250 × 1150; 9 — подушка подуключины; 10 — кормовая планка 20 × 90 × 960 (крепить к килу на шпунтах 5 × 65 через 100 мм); 11 — кормовая банка 20 × 400 × 1050; 12 — старвинка; δ = 30; 13 — кница транца, δ = 30; 14 — транец (собрать из двух досок δ = 25); 15 — толпимберс транца 25 × 40 × 330; 16 — лазовая планка 20 × 40 × 750; 17 — обшивка борта (доска 20 × 150 × 4500, 6 шт.); 18 — шпангоут 25 × 30 × 450 (10 шт.); 19 — днищевая обшивка (доска 20 × 150, l = 25 м); 20 — киль 20 × 100 × 3700; 21 — пиллерс 30 × 30 × 250; 22 — бургтик 20 × 30 × 4200.

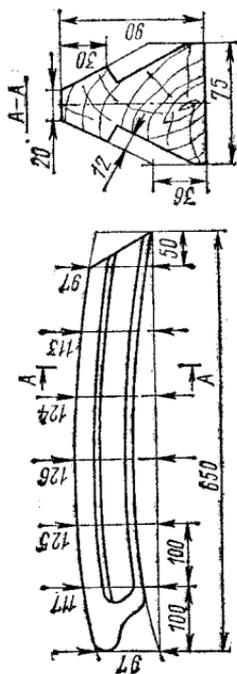


Рис. 231. Форштевень.

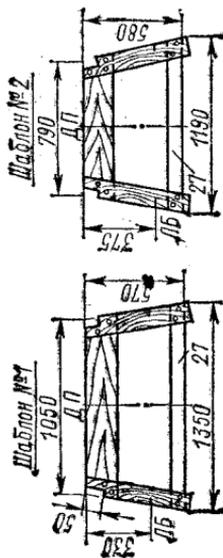


Рис. 233. Шаблоны для сборки корпуса.

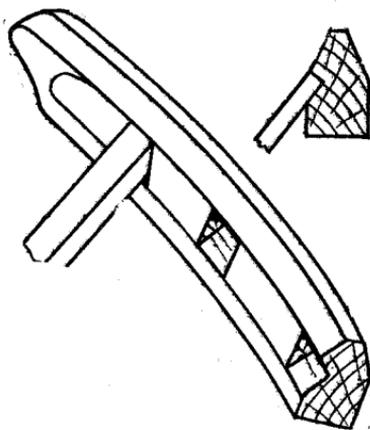


Рис. 232. Выборка гнезд шпунта в форштевне.

Лодки получили широкое распространение в низовьях больших рек, впадающих в Атлантический океан, в обширных мелководных заливах восточного побережья США и Канады. Нетрудно видеть основные особенности лодок этого типа, обусловившие их широкую популярность в прошлом и в начале этого века, пока подвесные моторы еще не вытеснили весло и парус. «Скиф» (английское написание слова — «skiff») отличается умеренным отношением длины корпуса к минимальной ширине днища. Например, на нашей лодке оно равно 3,5:1. Это значит, что лодка достаточно легка под веслами и имеет хорошую остойчивость, чтобы ходить под парусом. Изгиб линии килля облегчает плавание на мелководье: лодка садится на мель средней частью днища и ее при этом нетрудно развернуть и вытолкнуть обратно на чистую воду. Высокий надводный борт в носу, развал бортов по всей длине и седловатость линии борта свидетельствуют о возможности использования лодки на волне.

У предлагаемого варианта, по сравнению с прототипом, днище у транца сделано шире. Это позволяет эксплуатировать лодку с мотором мощностью от 2 до 8 л. с. и практически не сказывается на легкости гребли. Плавник под кормой придает «Скифу» устойчивость на курсе, даже если на веслах работает малоопытный гребец. Лодка обладает неплохой грузоподъемностью и остойчивостью. Например, для перевоза через речку в «Скиф» можно посадить до 7 человек без опасений, что лодку зальет водой через борта или она опрокинется.

Корпус обшивается сосновыми или еловыми досками толщиной 20 мм (используются обрезные дюймовые доски, простроганные с обеих сторон) (рис. 230). Как и на настоящем «Скифе», днищевая обшивка выполняется поперечными досками. У такой обшивки есть ряд достоинств перед обшивкой продольными посяями. Во-первых, при длине доски всего в 1 м проще подобрать качественный — без сучков — материал. Во-вторых, доски легче подогнать друг к другу и закрепить на скуле: забивай гвозди да отпиливай выступающие по бортам концы досок — вот и вся работа. В-третьих, не нужны шпангоутные рамки, чтобы обеспечить жесткость днищевых посяев и, следовательно, плотность пазов. Пролет поперечной доски от скулы до килля составляет всего полметра, т. е. столько же, сколько и между шпангоутами при продольной обшивке.

Для постройки лодки нужно запастись досками шириной 120—150 мм (при стандартной длине 6—6,5 м требуется 15 досок). Их следует хорошо просушить и прострогать по обеим плоскостям, а кромки прострогать еще фуганком. Две доски придется распилить на рейки для привальных брусьев 4 (см. рис. 230), скуловых стрингеров 5, подлегарсов 7 и буртников 22. Самая широкая доска идет на транец. Проще сначала сколотить из двух досок щит, разметить на нем контур транца и обрезать в чистый размер ножовкой. Паз между верхней и нижней досками прикрывается изнутри рейкой 16; она же служит опорой для кормовой банки — сиденья 11. Со стороны, обращенной внутрь лодки, прибавляют планки 15 — топтимберсы, к которым будут крепиться на шурупах доски бортовой обшивки.

Форштевень вырезается из бруса 75 × 130 × 650 мм (рис. 231). С боковых граней его снимают скосы, и выбирают по разметке при помощи долота и стамески шпунты под обшивку (рис. 232). Чтобы выполнить эту работу аккуратно, нужно взять рейку, вырезанную из обшивочной доски, и, прикладывая ее к линии шпунта, сделать несколько гнезд, как показано на рисунке. Добившись правильного угла и достаточной глубины гнезд, срезают оставшиеся участки, чтобы получился сплошной шпунт.

Теперь нужно собрать два поперечных шаблона, которые придадут правильную форму корпусу лодки на стапеле (рис. 233). Для них подойдут любые доски толщиной 12—25 мм. Лучше всего собирать шаблоны по контурам, вычерченным на бумаге или на фанере. Нижние кромки шергень-планок 27 должны быть простроганы: они при сборке всего корпуса служат контрольными линиями. На боковых рейках шаблонов нужно нанести риски ЛБ — линии верхней кромки борта, на днищевой планке и шергень-планке 27 — риски ДП (диаметральной плоскости лодки). В углах шаблонов на скуле делаются вырезы для скуловых брусьев 5 (см. рис. 230).

Корпус собирать удобнее всего в положении вверх килем на стапеле, сделанном из 2-3-дюймовой доски длиной 4,5 м, поставленной на ребро. Прямолинейность верхней кромки стапеля нужно вывести по туго натянутой нитке или

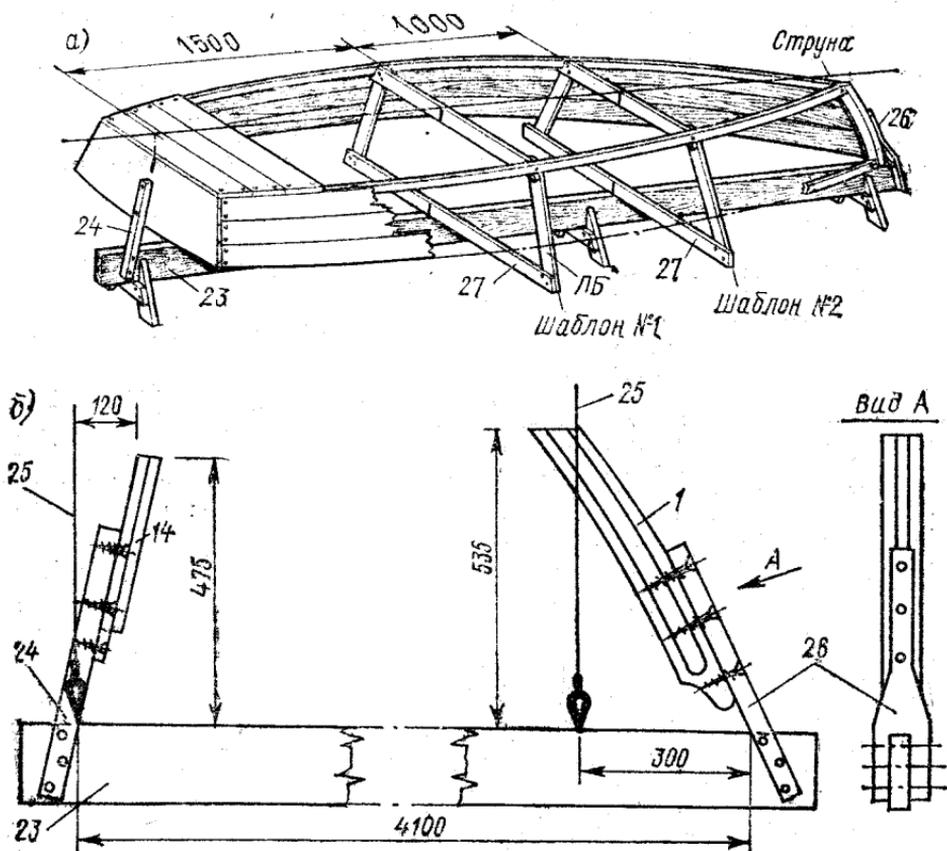


Рис. 234. Схема сборки корпуса на стапеле (а); проверка установки форштевня и транца (б).

1—22 — см. рис. 230; 23 — брус стапеля $50 \times 150 \times 4500$; 24 — рейка $35 \times 35 \times 600$; 25 — отвес; 26 — планка $35 \times 120 \times 500$; 27 — шершень-планка 25×60 .

по проволоке (рис. 234). Если лодка собирается под открытым небом, в землю вбивают несколько кольев и к ним прикрепляют доску стапеля таким образом, чтобы выверенная верхняя кромка ее была строго горизонтальна. На ней сверху пробивают наметенной ниткой линию ДП. Используя брусочки 24 и 26, к стапелю прикрепляют транец 14 и форштевень 1 соответственно, выверяя их наклон и вертикальное положение ДП по отвесу. К стапелю же через шершень-планки 27 крепятся оба шаблона. Отвесом нужно проверить, чтобы плоскость шаблона была вертикальна, а риска ДП на его днищевой планке совпадала по отвесу с прямой линией на стапеле. Протянув теперь над шаблонами нитку, обозначающую ДП, от форштевня до транца, проверяют, совпадают ли риски ДП на шаблонах с этой ниткой. Шаблоны прикрепляют к стапелю при помощи стоек, нижним концом забитых в землю или закрепленных к полу, фиксируют их в выверенном положении таким образом, чтобы оно оставалось неизменным при последующей обшивке корпуса. Затем в соответствующие гнезда шаблонов, транца и форштевня укладывают скуловые брусья 5 (см. рис. 230), которые крепят шурупами 4×50 мм с потайной головкой к транцу и форштевню и гвоздями $3,5 \times 50$ мм к шаблонам. Теперь корпус можно обшивать.

Сначала обшивают борта. Прикиньте, сколько досок потребуется на каждый борт. Скорее всего, пойдет по три доски. Сначала прикладывают к скуле доску нижнего (примыкающего к днищу) пояса, прижимают ее временно струбцинами

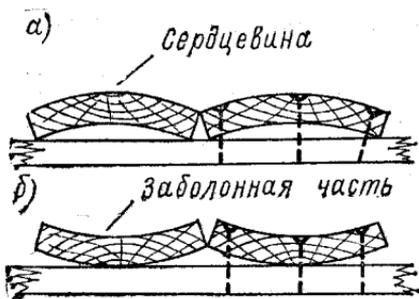


Рис. 235. Подбор досок для обшивки днища: а — правильно; б — неправильно.

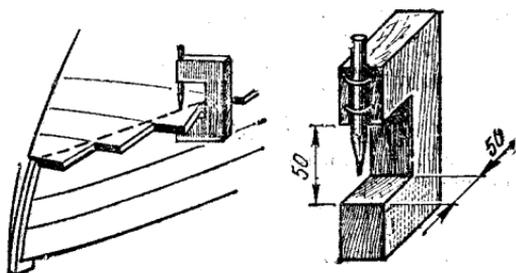


Рис. 236. Приспособление для причерчивания торцов досок днищевой обшивки.

(можно — прочным шнуром или шурупами) к скуловому брусу у транца и у форштевня так, чтобы она слегка выступала над брусом 5, а с каждого конца оставалось бы не менее 75 мм ширины. Затем устанавливают доску верхнего пояса. Нужно следить, чтобы средняя часть этой доски после обрезки по линии борта не оказалась слишком узкой. Необходимо убедиться, что оставшуюся открытой часть борта можно будет зашить одной или, в крайнем случае, двумя досками.

Далее очерчивают с внутренней стороны корпуса первую уложенную доску по кромке скулового бруса, а на вторую переносят риски *ЛБ* с шаблонов, транца и форштевня. Полезно также провести на досках вертикальную черту по кромке одного из шаблонов, чтобы потом поставить их точно на то место, куда они примерялись. Сняв обе доски, их обрезают по разметке. Линию борта на верхней доске нужно будет предварительно прочертить по рискам *ЛБ* с помощью длинной гибкой рейки. В случае необходимости можно обрезать и вторую кромку верхней доски, если для средней доски остается слишком мало места.

При обшивке днища подбирать доски рекомендуется так, чтобы заболонная часть их оказывалась внутри корпуса (рис. 235). При набухании доски покоребятся и, если их закрепить наоборот, кромки выступят над поверхностью обшивки, а шурупы крепления получат большую нагрузку.

Поставив верхнюю и нижнюю доски на каждый борт, сверху к ним временно прикладывают третью — среднюю забойную доску, так чтобы она перекрывала кромки этих поясов. Плотно прижав ее, изнутри на ней очерчивают кромки обеих досок, затем снимают ее, обрезают и протрагивают — точно по карандашной линии — ее кромки. Этот пояс должен входить между ранее поставленными досками с зазором не более 1 мм, причем зазор этот должен быть равномерным по всей длине паза. Перед окончательным креплением досок шпунт в форштевне, кромки топитберсов 15 транца (см. рис. 230) и плоскость скулового бруса, прилегающую к обшивке, необходимо промазать густотертой краской. К скуловому брусу доску нужно прикрепить гвоздями $3,5 \times 60$ мм через 70 мм, загняя изнутри выступающий конец. Чтобы не расколоть скуловой брус гвоздями, просверливают предварительно отверстия диаметром на 0,4—0,5 мм меньше диаметра гвоздя, а сами крепления всюду ставят в шахматном порядке, чтобы соседние гвозди не попадали в один и тот же слой древесины. Достаточно выдержать расстояние между рядами гвоздей в 8—10 мм. Головка гвоздя должна хорошо утапливаться в древесину для последующей шпаклевки.

Когда борта поставлены окончательно (к шаблонам их прикрепляют временно короткими гвоздями), кромки досок, выступающие над скуловыми брусками, сострагивают вровень с ними. Поверхности кромок брусков по горизонтальной плоскости покрывают слоем густотертой краски, после чего на них устанавливают поперечные планки обшивки днища. Работу лучше вести одновременно с носа и с кормы, чтобы завершить потом, как и при обшивке бортов, забойной доской.

Не забудьте, что доски необходимо укладывать заболонной стороной внутрь и между кромками обязательно оставлять пазы в 1—1,5 мм с расчетом на раз-

бухане древесины. Лучше всего эти доски крепить к скуловому брусу шурупами 4×45 мм по два-три в каждую кромку. Доски не следует брать шире 160 мм, так как широкие сильно коробятся и дают трещины при зимнем хранении. Правильно засверливайте отверстия под шурупы: под гладкую часть — сверлом, диаметр которого должен быть равен диаметру шурупа под его головкой; под нарезанную часть — сверлом диаметром на 1,5 мм меньше. Потайные головки утапливают поглубже, чтобы они не мешали впоследствии прострагивать обшивку.

Большое значение имеет влажность материала, из которого делается лодка. Слишком сырые доски, так же как и пересушенные, не годятся. Если химический карандаш оставляет на свежей стружке след, доску нужно высушить. В противном случае обшивка борта рассохнется, между досками появятся щели. Наоборот, слишком плотно подогнанные друг к другу сухие доски днищевой обшивки в воде набухнут, обшивка сильно покоробится и даст течь по скуле. При этом могут даже сорваться шурупы и гвозди, крепящие доски к набору. Лучше всего использовать древесину с влажностью 15—18 %.

Оставленный по пазам зазор в 1—1,5 мм потом нужно проконопатить и зашпаклевать. Спущенная на воду лодка может сначала потечь, но через 1—2 дня доски набухнут и течь прекратится. Когда днище полностью закроется досками обшивки, можно обрезать их концы, выступающие по бортам. Для того чтобы сделать это аккуратно, рекомендуется воспользоваться простым приспособлением (рис. 236), изготовленным из обрезка доски. Для карандаша в планке нужно сделать полукруглую выемку так, чтобы центр грифеля находился точно над кромкой нижнего выступа планки. Прижав планку к обшивке борта и удерживая ее в вертикальной плоскости, прочерчивают линию обреза днищевой обшивки. По этой линии доски опиливают ножовкой, затем прострагивают торцы рубанком. Все днище также необходимо прострогать полуфуганком, располагая его под углом к линии киля. Заготавливают наружный киль 20 (см. рис. 230) и крепят его к днищу, предварительно покрасив соприкасающиеся поверхности.

Теперь пора освобождать лодку от стапеля. Перепилив боковые рейки шаб-лонов, стойки 24 и 26 (см. рис. 234), корпус можно перевернуть. Внутри него размечают положение всех шпангоутов 18, которые заготавливают из реек сечением 25×50 мм прямо по месту (рис. 237). Шпангоуты крепят к обшивке шурупами, ввинчиваемыми снаружи по две штуки в каждую доску. В верхние концы шпангоутов врезают привальные брусья 4, а для опоры сидений — под-легарсы 7. Концы брусьев 4 у форштевня 1 соединяют через брештух 3; в корме крепление к транцу усиливают кницами 12, которые, как и кноп 13, особенно необходимы, если лодка будет использоваться с подвесным мотором. К привальным брусьям крепят деревянные подушки подключки (рис. 238).

К подлегарсам 7 на шурупах прикрепляют банки 6, 8 и 11; кормовая банка 11 делается по ширине из двух досок. Снаружи вдоль верхнего края обшивки прибавляют полукруглый брусочек — буртик 22, который предохраняет борта от повреждений. Затем вытаскивают все гвозди, которыми крепились доски к шаб-лонам, и шаблоны вынимают из корпуса.

Снизу к килю прикрепляют на шурупах треугольный плавник 10 (лучше для него предварительно в киле сделать продольный паз длиной 825 мм и шириной 25 мм). Кормовой конец плавника нужно обязательно срезать, как показано на чертеже, и сострогать сзади боковые кромки. В противном случае при плавании с подвесным мотором с плавника будут срываться пузырьки воздуха, которые, попадая на винт, будут мешать лодке развивать скорость.

Для лодки придется изготовить и несколько металлических деталей: два рыма (один закрепляется на форштевне, второй — на транце) для швартовки, подключкины и уключины (рис. 239), защитную полосу 2 на форштевне 1.

Перевернув лодку вверх дном, тщательно конопатят пазы между досками тонким ровным жгутом из ваты. Лучше конопатить днище до установки наружного киля. Особое внимание нужно уделить защите торцов днищевой обшивки у бортов. Лучше всего оклеить эти места полосами стеклоткани на эпоксидном клее в два слоя или же наклеить на торцы тонкие дубовые рейки. Достаточно хорошую защиту от влаги обеспечивает покрытие их битумным лаком.

Затем всю лодку покрывают олифой, шпаклюют и окрашивают. Надводную

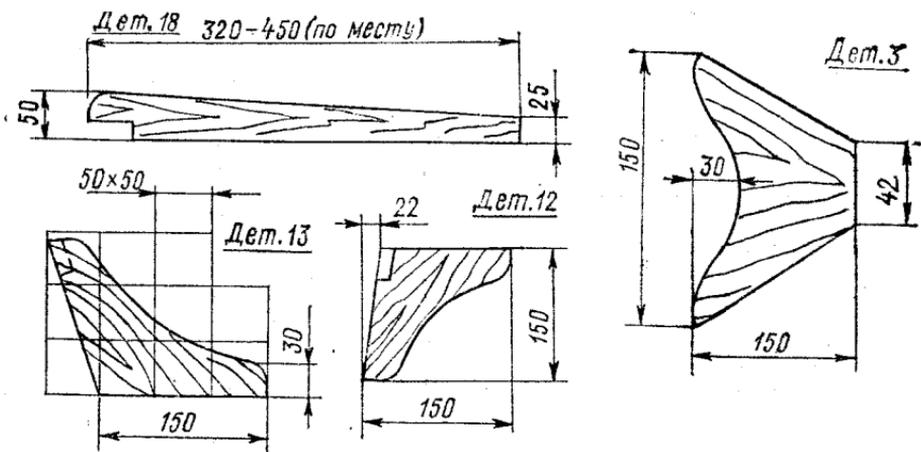


Рис. 237. Детали набора корпуса

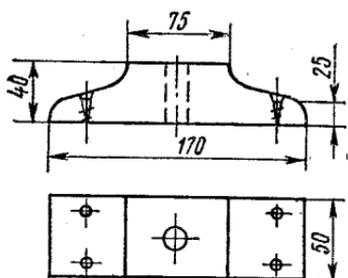


Рис. 238. Подушка подуключины (дет. 9).

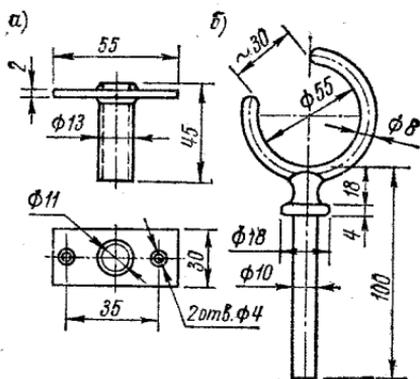


Рис. 239. Подуключина (а) и уключина (б) сварной конструкции.

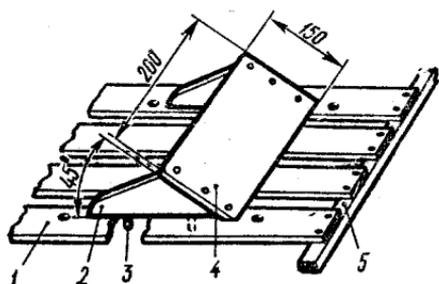


Рис. 240. Реечный пайол и упор для ног гребца.

1 — рейка 60 × 10; 2 — конца упора 10 × 100 × 180; 4 — доска упора 10 × 150 × 200; 5 — поперечный брус 10 × 30.

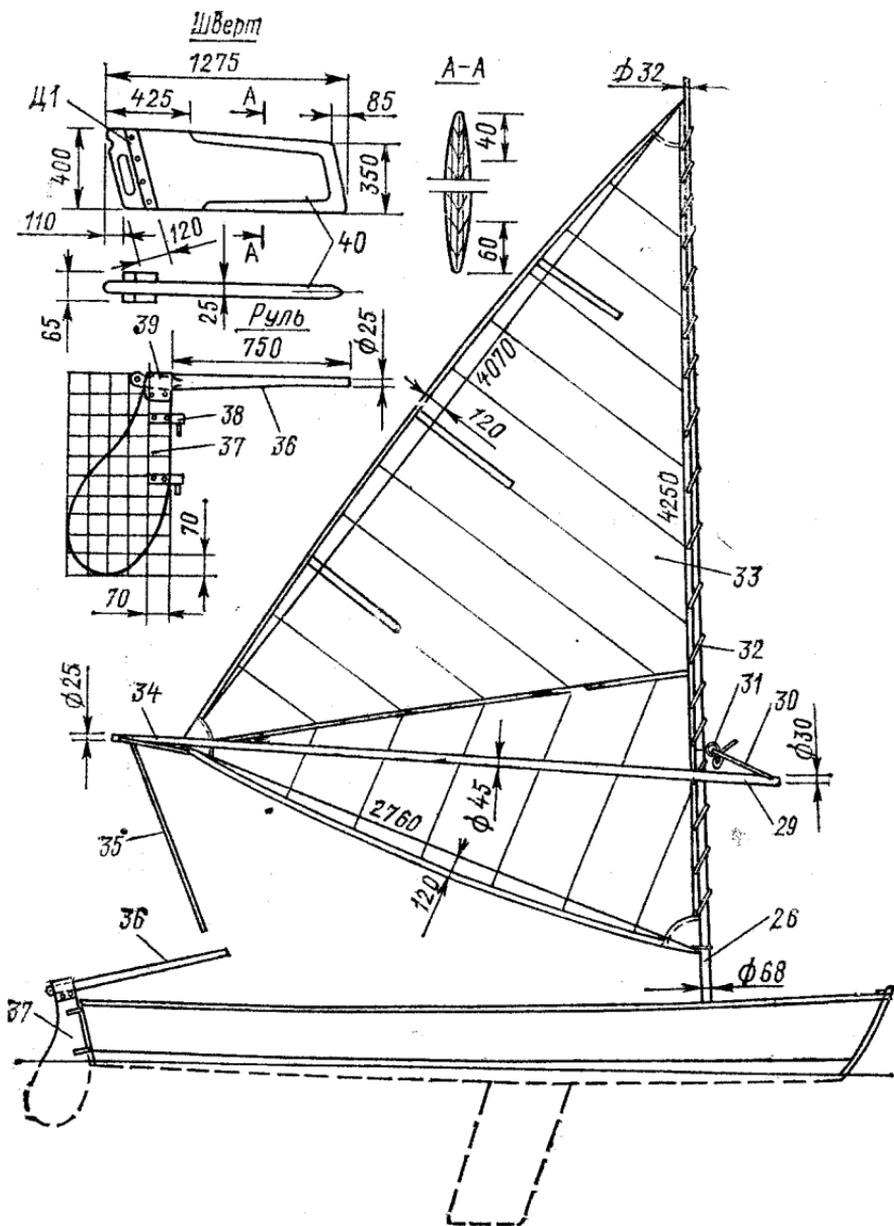


Рис. 241. Парусное вооружение лодки.

1—22 — см. рис. 230; 23—27 — см. рис. 234; 28 — мачта, $l = 5,05$ м; 29 — реек, $l = 3,35$ м; 30 — шнур крепления реек; 31 — обухок из проволоки $\varnothing 6$; 32 — сезаневка (шнур капроновый $\varnothing 4-6$); 33 — парус; 34 — шкот паруса; 35 — шкот реек; 36 — румпель $50 \times 25 \times 900$ (ясен); 37 — руль (склеить из досок, $\delta = 20$ или вырезать из фанеры $\delta = 8$); 38 — рулевая петля; 39 — обойма румпеля (сталь, $\delta = 2$); 40 — шверт; 41 — накладки $20 \times 20 \times 410$; 42 — брусок $25 \times 25 \times 700$; 43 — резиновый строп; 44 — шпонка колодца $25 \times 60 \times 260$; 45 — ступень мачты $60 \times 120 \times 250$; 46 — стенка колодца; $\delta = 10$; 47 — рейка основания $25 \times 25 \times 520$.

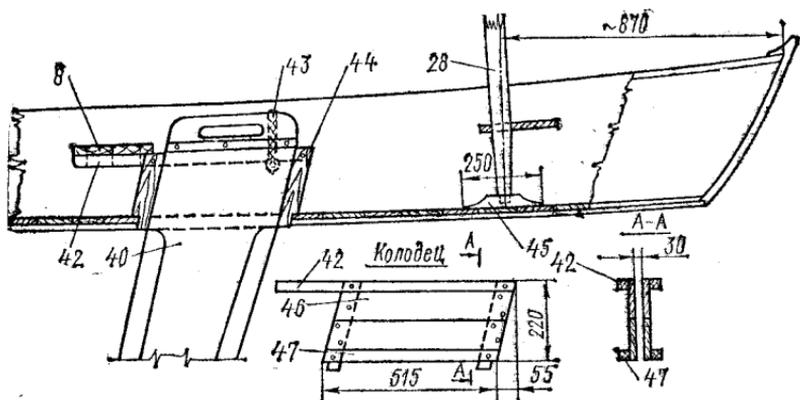


Рис. 242. Установка шверта и мачты.

1—47 — см. рис. 241.

часть лучше красить светлой краской, подводную — красной, черной или зеленой. Внутри практичны шаровая или коричневая краска.

Желательно на дно поставить решетчатые слани (рис. 240), а для ног гребца прикрепить упор.

«Скиф» может ходить и под парусом. Для этого его нужно оборудовать опускаемым килем — швертом 40 (рис. 241) и рулем. Шверт помещают в швертовом колодце 44, который устанавливают перед средней банкой 8 и связывают с ней брусками 42. Крепление колодца к днищу нужно выполнить очень тщательно, с применением густотертой краски или водостойкого клея. Через бруски 47 основание колодца соединяется с килем и обшивкой сквозными винтами М6 × 80 через 60 мм. Шверт вырезают из толстой фанеры, склеивают из двух-трех досок по ширине, либо вырезают из листа металла толщиной 4—6 мм. Во всех случаях шель в киле должна быть на 4—6 мм шире толщины шверта. Планки 41 на верхнем конце шверта служат ограничителями при его опускании. На металлическом шверте их можно сделать из угольников. Деревянный шверт удерживается в опущенном положении резиновым стропом 43.

Руль 37 вырезают из 8-миллиметровой фанеры или досок толщиной 12 мм. Навешивают его с помощью петель 38 со штырями; на транце делают такие же петли, но без штырей и с планками для крепления, развернутыми на 180°. Чтобы случайно не потерять руль, его нужно привязать к транцу тонким шнуром — сорлинем.

Мачту 28 круглого сплошного сечения с максимальным диаметром 68 мм лучше всего склеить из двух мелкопрямослойных сосновых брусков. Нижний конец мачты — шпор — делается квадратного сечения для крепления в гнезде — ступе 45 (рис. 242). Вторая точка крепления мачты — отверстие в передней банке 6.

Парус делается таким же, как и на настоящих «скифах». Он пришнуровывается сезнем 32 к мачте, верхний и нижний углы привязываются через отверстия в мачте. На ходу парус растягивается рейком 29, передний конец которого привязывается рифовым узлом к обшукку 31. В случае внезапного усиления ветра достаточно потянуть за конец шнура 30, и парус полностью обзвевается. Не составляет труда выдернуть мачту из ступы и положить ее в лодку. При необходимости площадь паруса можно даже уменьшить, навернув его на мачту, но тогда его несут без рея или крепят рей к нижней части мачты.

Парус можно шить из любой прочной и плотной ткани: АМ-100, плащ-палатки, в крайнем случае — из бязи (см. главу 7).

Лодка может быть построена и с фанерной обшивкой. Для днища необходима водостойкая фанера толщиной 8—10 мм, для бортов — 6—8 мм. Вместо шаблонов в этом случае рекомендуется изготовить из реек 16 × 40 мм две шпангоутные рамки, которые после сборки корпуса остаются в нем в качестве деталей поперечного набора. Перед установкой бортовых листов наружной об-

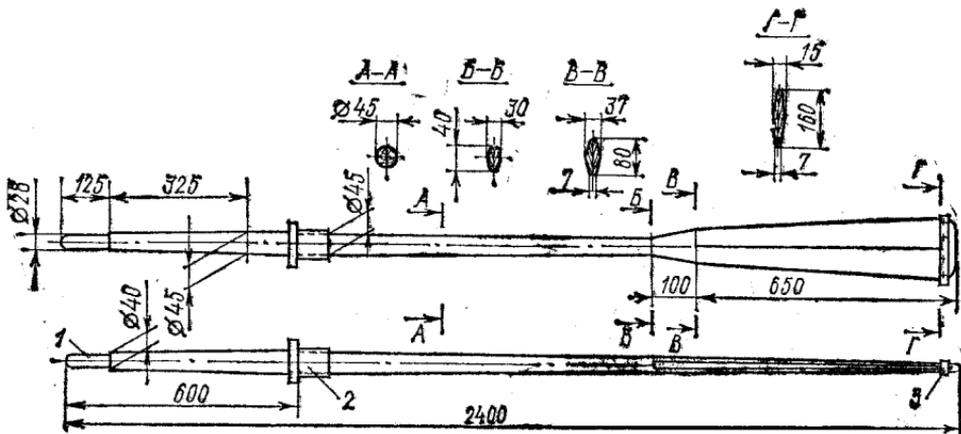


Рис. 243. Весло.

1 — весло; 2 — манжета; 3 — оковка (лагунная полоса 0,5 × 12; крепить гвоздями).

шивки в форштевень, транец и шпангоуты, кроме скуловых стрингеров, врезаются и крепятся шурупами рейки привальных брусев, которые придают необходимую жесткость верхней кромке бортов. Листы обшивки склеивают «на ус» (см. стр. 100) до нужной длины, затем прикладывают к набору и очерчивают изнутри корпуса по контуру — скуловому стрингеру, привальному брусу, штевню и транцу. Обрезать лист борта нужно с припуском 4—5 мм на окончательную подгонку и строжку. Выступающие за рейки продольного набора кромки фанеры сострагивают в направлении от фанеры внутрь корпуса с тем, чтобы не допустить откалывания слоев фанеры.

Кроме шпангоутных рамок, днище лодки желательно подкрепить еще несколькими поперечными рейками сечением 16 × 40 мм, поставив их на клею и шурупах. Все открытые торцы фанеры нужно защитить оклейкой стеклотканью или деревянными рейками.

Кроме весел, лодку необходимо снабдить черпаком для откачивания воды, спасательным кругом или нагрудниками, швартовными концами длиной по 6 м, якорем или кошкой. Все это можно приобрести в магазинах, но при необходимости неплохие весла можно изготовить самостоятельно, воспользовавшись рис. 243.

Проект 2. Гребно-парусная лодка дори

Основные данные

Длина наибольшая	5,48 м
Длина по днищу	4,02 м
Ширина наибольшая	1,50 м
Ширина по днищу	0,67 м
Высота борта минимальная	0,44 м
Допускаемая нагрузка	5 чел.
Подвесной мотор мощностью	1,5—6 кВт (2—8 л. с.)
Площадь парусности	9,6 м ²
Масса корпуса	85 кг

Сейчас термин «дори» (иногда — «дора») применяется ко многим малым мореходным рыболовным судам, нередко существенно отличающимся друг от

друга по обводам, конструкции и размерениям. Однако с полным основанием это название можно применять только ко вполне определенным типам судов, первоначально появившимся на океанских побережьях северо-американского континента. Многие историки утверждают, что само слово «дори» на языке индейцев обозначает долбленный челнок. Впрочем, знаменитый яхтенный конструктор и автор книги «Малые американские парусные суда» Ховгард И. Чэпел не разделяет этого мнения, полагая, что слово вообще не имело смыслового значения. Как бы там ни было, но рыбацьи лодки с характерными для дори чертами можно встретить в Канаде и в Португалии, у берегов Англии и в Средиземном море. Первое письменное упоминание о дори, дошедшее до наших дней, было найдено в отчетах одного английского капитана, чье судно в 1719 г. оказалось выброшенным на рифы у Ямайки: грузы с него переправляли через полосу мощного берегового прибоя на остроносых плоскодонных лодках местных рыбаков.

Действительно достоверным можно считать одно. Окончательную форму и конструкцию та лодка, которую и поныне принято называть дори, получила в середине прошлого века, когда в широких масштабах развился промысел трески в Северной Атлантике — на Ньюфаундлендской банке, а также и южнее — у Азорских островов, у островов Зеленого Мыса. Сотни шхун выходили тогда из Глостера и других портов Новой Англии, неся на палубе от 25 до 50 дори. Далеко от берегов, в открытом океане лодки спускали на воду, в каждую садилась один-два рыбака. Работали лодки попарно — с них ставились сети или огромный (до мили длиной) перемет с крючками через 4—5 м. Часто об оставленной лодками шхуне напоминали только верхушки ее мачт, едва заметные на горизонте. Случалось, задувал свирепый ветер, гнал по океану волны, иногда в несколько метров высотой. В отяжелевших от груза — наполненных до уровня банок рыбой лодках рыбаки на веслах должны были возвращаться к своей шхуне или ждать, когда она сама обойдет всех.

Вот для таких суровых условий работы и развился тип плоскодонной с острым носом и острой кормой, с большим развалом бортов легкой морской лодки. О мореходности этих небольших суденышек ходят легенды, немало рыбаков было спасено благодаря исключительным качествам дори.

На промысле дори принимала немалый груз: треска в те времена шла хорошо, иногда улов составлял до тонны на каждую лодку, плюс вес снастей и двух рыбаков. И при такой нагрузке лодка должна была иметь легкий ход на веслах, сохранять остойчивость, не заливаться волной. Узкое веретенообразное днище дори оказывало минимальное сопротивление при движении; задранные вверх оконечности помогали лодке взбираться на волну, пропуская под собой самые крутые гребни. Благодаря сильному развалу бортов ширина корпуса при загрузке лодки увеличивалась, что препятствовало опрокидыванию груженной дори. Развал бортов давал и другой эффект, также обеспечивающий безопасность рыбаков: если оказавшуюся перегруженной дори заливало и она тонула, то под водой она неизменно переворачивалась вверх килем, груз вываливался — лодка снова вставала на ровный киль и всплывала.

«Настоящая» или, как ее еще называют, «банковая» дори имеет характерный, очень узкий и лишь слегка расширяющийся кверху транец (рис. 244). Благодаря симметричному относительно модели обводам корпус обладает исключительной устойчивостью на курсе даже при движении с попутной волной. При внезапном ухудшении погоды рыбак смело мог вверять свою судьбу лодке: обычно он ложился поверх снастей в самом носу или корме и спокойно дрейфовал в ожидании помощи с судна-базы или улучшения погоды.

Конструкция дори очень проста; вес корпуса, строившегося из лучших материалов (набор дубовый, обшивка из сосны), был сравнительно невелик: от 80 кг для 12-футовой лодки до 150 кг для 16-футовой. Заметим, что уже в прошлом веке эти лодки строили «стандартных» размеров: длиной 12, 13, 14, 15 и 16 футов (длина дори определяется по днищу, так что габаритная длина лодок каждого типа примерно на 1,2 м больше).

Дори меньших размеров приводились в движение обычно одной парой весел, на 15—16-футовых — гребли двумя парами весел. На каждой лодке предусматривалась резервная банка, чтобы рыбак мог выбрать наиболее выгодное положение для гребли с учетом дифферентовки лодки.

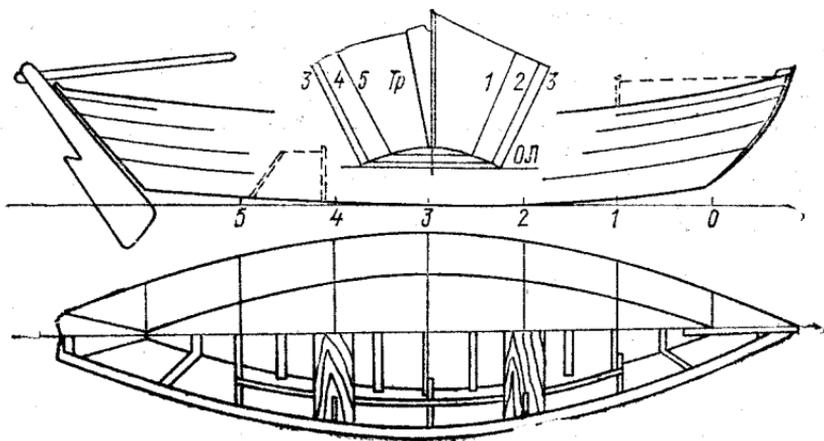


Рис. 244. Типичная «банковая» дори.

Любопытно, что на «банковых» дори — отличных чисто гребных лодках — парус как-то не привился. Одна из причин тому — недостаточная начальная остойчивость относительно узкой лодки, особенно при ее неполной загрузке. Известно немало случаев, когда не слишком опытный моряк оказывался за бортом резко накренившейся лодки, которая сбрасывала его, подобно необъезженной лошади, а затем возвращалась в прямое положение, как будто ничего не произошло. Под парусом дори легко получала крен до самого привального бруса и зачерпывала воду при усилении ветра.

Рыбаки, ловившие рыбу вблизи берега, применяли специальный тип гребно-парусной лодки, получивший название дори «свомпскот». От «банковых» их отличали выпуклые борта, приближавшиеся по характеру обводов к круглоскулым лодкам. Благодаря этому при такой же, как у «банковой» дори, ширине днища развал бортов наружу в районе ватерлинии у дори «свомпскот» оказывается больше; соответственно эта лодка отличается более высокой остойчивостью при малых углах крена, сохраняя легкость хода на веслах и под парусами.

Борта дори «свомпскот» обшивались несколькими широкими поясами кромка на кромку. Корпус получался легкий, удобный для вытаскивания на берег или прохождения через крутую прибойную волну. Современный вариант такой лодки с обшивкой бортов двумя широкими поясами бакелизированной фанеры толщиной 7 мм (или 10 мм при использовании водостойкой фанеры других марок) и предлагается для самостоятельной постройки (рис. 245). Другим отличием от классической конструкции «свомпскота» является колодец для установки подвесного мотора внутри корпуса. Подобная установка гораздо более удобна, чем навеска мотора на кронштейне, закрепленном на борту или транце. Внутри лодки мотор практически неуязвим, исключается его заливание волной, его удобнее обслуживать. При плавании на веслах или под парусами мотор для уменьшения сопротивления воды и осадки лучше снимать, а отверстие в днище

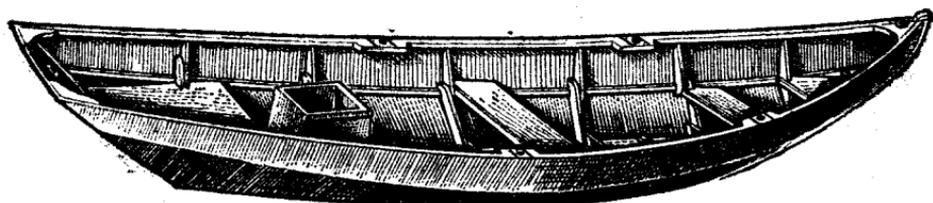
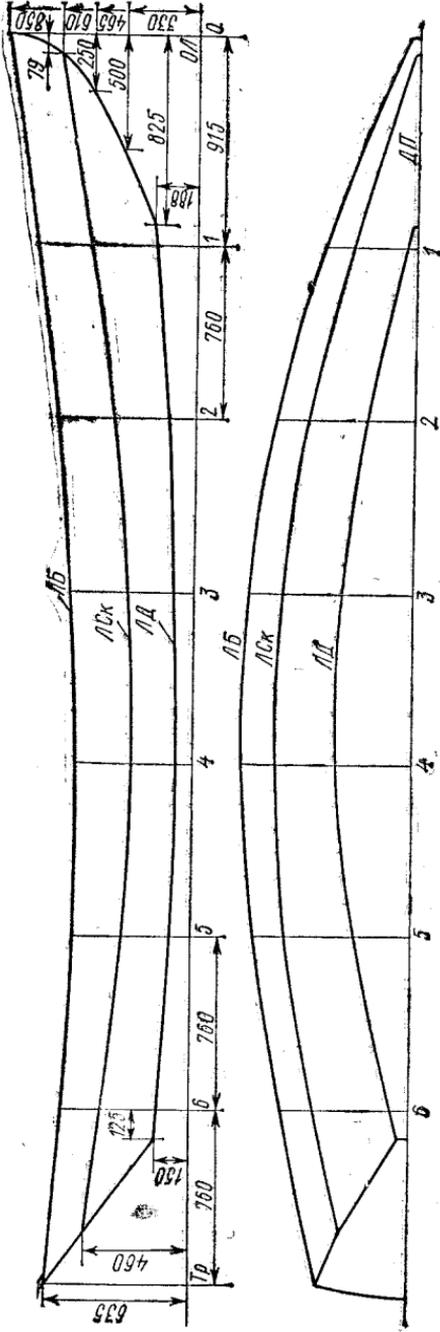


Рис. 245. Общий вид лодки-дори.



Т а б л и ц а 26. Таблица плавовых ординат лодки-дори (размеры даны по наружной обшивке)

Линии теоретического чертежа	Номера конструктивных шпангоутов						Тр.
	1	2	3	4	5	6	
Полушироты от ДП							
Линия борта — ЛБ	407	610	718	750	686	559	400
» скулы — ЛСК	279	471	578	603	553	426	298
» днища — ЛД	38	209	311	330	248	89	38
Высоты от ОЛ							
Линия днища — ЛД	178	115	81	70	95	146	158
» скулы — ЛСК	471	362	292	267	305	394	489
» борта — ЛБ	705	603	547	508	514	565	635

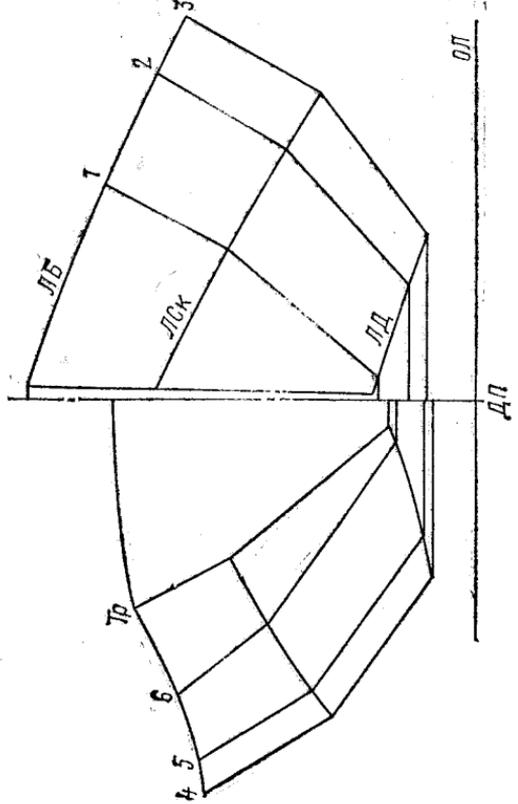


Рис. 246. Теоретический чертеж дори.

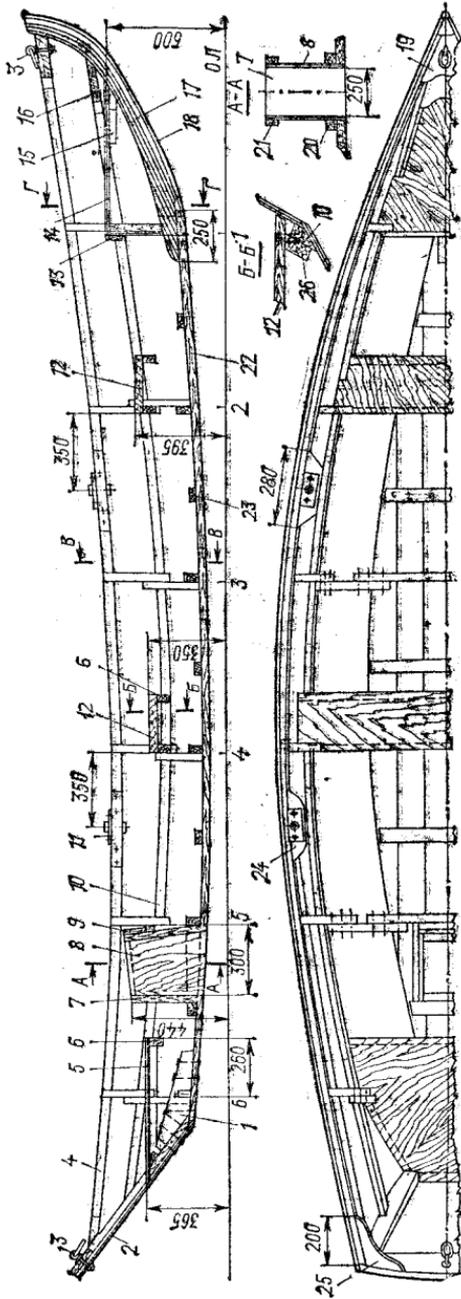
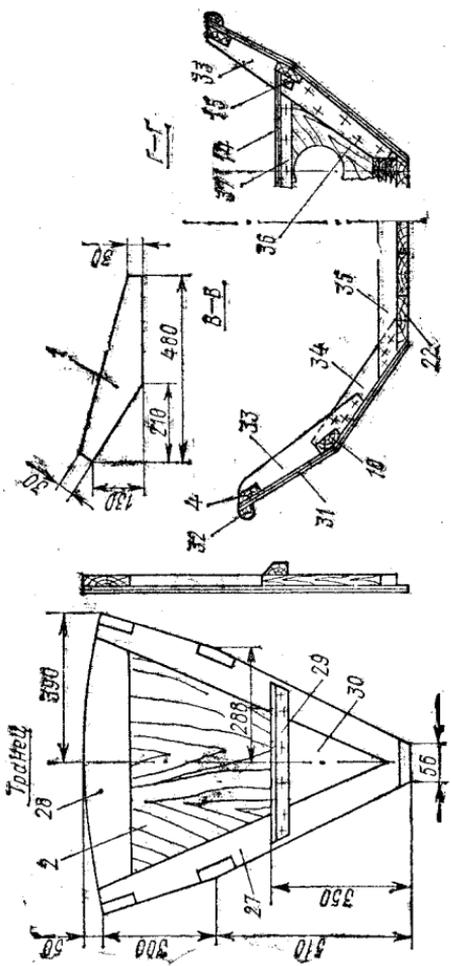


Рис. 247. Конструктивный чертеж лодки
 1 — кормовая кишка, $\delta = 40$; 2 — зашивка транца, $\delta = 10$; 3 — рым для швартовов; 4 — привальный брус 28×55 ; 6 — кормовое сиденье, фанера $\delta = 8 \div 10$; 6 — рейка 28×55 ; 7 — торцевая стенка моторного колодца, 30×250 ; 8 — боковая стенка колодца, фанера $\delta = 8 \div 10$; 9 — накладка из фанеры $8 \times 130 \times 263$; 10 — скрутовой стрингер 28×55 ; 11 — подуклюжина (см. рис. 239); 12 — банка 25×250 ; 13 — рейка 10×25 ; 14 — носовое сиденье; 16 — брештук скрутового стрингера, $\delta = 30$; 17 — форштевень; 18 — выгоров 12×40 ; дуб; 19 — брештук привального бруса, $\delta = 30$; 20 — опорные бруски моторного колодца, 30×30 ; 21 — рейка 12×30 ; 22 — динцевая обшивка, из досок $30 \times 150 - 200$; 23 — промежуточный шпангоут динца, 28×55 ; 24 — подкрепление подуклюжины, брусок 55×30 ; 25 — стариница, $\delta = 30$; 26 — брусок бимс 25×120 ; 29 — опорный брусок кормового сиденья 40×60 ; 30 — сухарь $\delta = 28$; 31 — бортовая обшивка, фанера $\delta = 7 \div 10$; 32 — буртик $\tau = 25$, дуб; 33 — топтамберг шпангоут 28×55 ; 34 — средняя часть шпангоута 28×55 ; 35 — флор 28×55 ; 36 — переборка ш. 1, фанера $\delta = 6 \div 8$; 37 — рейка 25×25 .



закрывать плотно пригнанной крышкой, вырезанной, например, из твердого пенопласта.

Разумеется, лодка может быть построена без моторного и швертового козла и может использоваться только как гребная. Дори хороша для туристских походов с экипажем 1—2 человека, прогулок дачной компанией, рыбной ловли на больших реках и водохранилищах, хозяйственных развозов в сельской местности. Словом, всюду, где важны безопасность плавания на волне и большая вместимость. Парус не будет лишним на просторных речных плесах и водохранилищах и, конечно, при использовании лодки на море. При плавании под мотором и под парусом полезно запалубить носовую часть на длине 1—1,2 м от форштевня для защиты корпуса от забрызгивания. Подпалубное пространство можно использовать как сухое помещение для снаряжения и запасов.

Для упрощения конструкции и постройки лодки ее днище набирается из 30-миллиметровых досок, которые одновременно выполняют и роль киля. Это придает корпусу большую прочность, которая важна при вытаскивании дори на берег, посадке на мель. Благодаря большой толщине днищевых поясов их можно склеить между собой по пазам и получить монолитный массив, который не будет терять своей водонепроницаемости даже при длительном хранении лодки в межнавигационный период. Жесткость бортов обеспечивается привальными брусками и скуловыми стрингерами, которые разделяют обшивку борта на два узких — по 300—400 мм шириной — фанерных пояса.

Желательно во всех соединениях применять водостойкий клей, а по завершении сборки корпуса оклеить днище и нижнюю часть борта до скулы одним-двумя слоями тонкой стеклоткани. Если же необходимого количества стеклоткани и эпоксидной смолы не окажется, можно защитить пазы обшивки на скулах, оклеив их узкими (40—60 мм) лентами стеклоткани.

Постройка корпуса начинается с разметки в натуральную величину шести шпангоутов, транца и форштевня по данным таблицы ординат (рис. 246; табл. 26). Вычертив обвод шпангоута, необходимо отложить внутрь от линий толщину обшивки днища (30 мм) и бортов (7—10 мм) и только после этого размечать бруски (тимберсы) шпангоутов (рис. 247). Хорошо, если для них удастся достать дубовые или ясеневые заготовки; тогда шпангоуты можно сделать меньшего поперечного сечения при сохранении необходимой прочности.

Поскольку отдельные детали шпангоута собираются выкройкой, для соблюдения точности обвода при сборке на плазе под бруски, оказавшиеся сверху, нужно проложить прокладки одинаковой со шпангоутами толщины. Оптимальным типом соединения деталей шпангоутов является склеивание их медными гвоздями-заклепками диаметром 3—4 мм и склеивание. После сверловки отверстий под гвозди прилегающие друг к другу поверхности нужно очистить от опилок, смазать клеем и после этого ставить крепеж.

К собранным шпангоутам здесь же на плазе крепят по две вертикальные стойки для установки шпангоутов на стапель. Плоскость стапеля удобно принять расположенной на высоте 900 мм над основной плоскостью; соответственно, на этих стойках необходимо сделать соответствующие отметки (рис. 248). Кроме

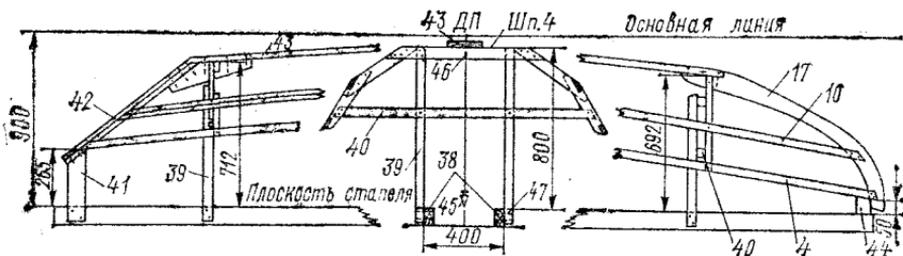


Рис. 248. Установка набора на стапеле.

38 — продольные бруска стапеля, 75 × 150; 39 — вертикальные стойки шпангоутов, 40 × 40; 40 — поперечная планка 25 × 60; 41 — стойки транца, 40 × 10; 42 — транец в сборе; 43 — средний пояс днищевой обшивки, 30 × 200; 44 — брусок крепления штевня; 45 — отвес; 46 — метка плоскости стапеля на стойке.

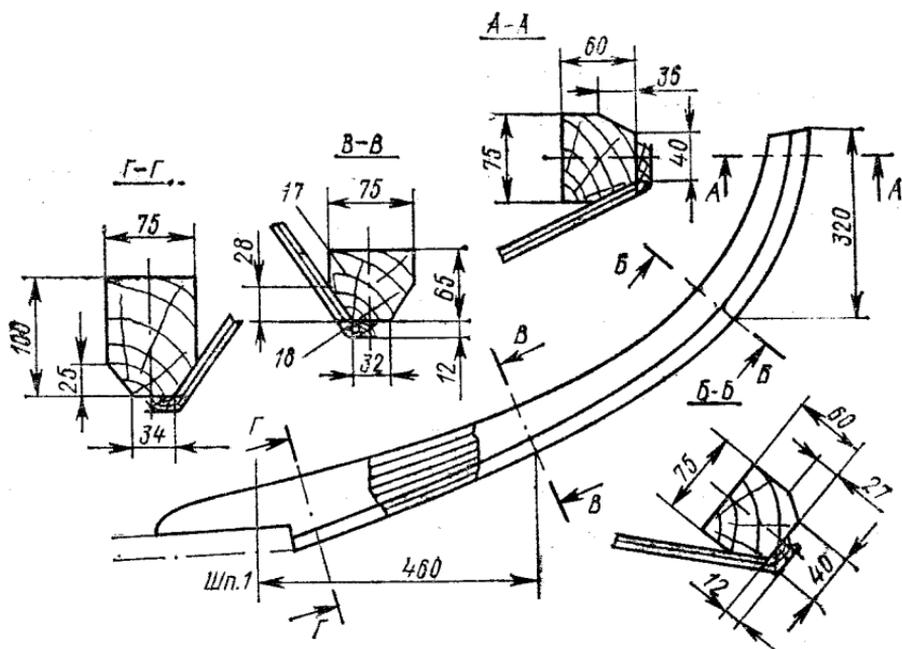


Рис. 249. Форштевень.

того, на каждом шпангоуте нужно по плазу отметить положение ДП, линий борта и скулы, пометить сторону шпангоута, которой он должен быть обращен в нос.

Для изготовления форштевня придется сделать шаблон, по которому деталь выклеивают из 10 реек сечением 6×75 мм. Смазав каждую рейку клеем, их укладывают по обводу шаблона в пакет и запрессовывают при помощи струбцины, цвикока или других приспособлений. Когда клей затвердеет, обрабатывают боковые поверхности штевня, размечают на его носовой поверхности линию ДП, а на боковых — положение линии, до которой нужно будет срезать древесину для плотного прилегания наружной обшивки (рис. 249).

Стапелем могут служить два бруса сечением 75×150 и длиной 5,5 м, уложенных параллельно на ровном месте. На их верхние плоскости согласно предварительной разметке устанавливают шпангоуты, транец и форштевень. Нос и корму лодки связывают заранее вырезанной средней доской днищевой обшивки, а затем, после проверки вертикальности шпангоутных рамок, крепят ее шурупами к днищевым частям шпангоутов. Заранее заготовленные рейки привальных брусьев и скуловых стрингеров прикладываются к шпангоутам, подтягиваются к ним при помощи струбцины, затем под них размечают и вырезают гнезда. При креплении скуловых стрингеров к шпангоутам головки шурупов следует утопить в древесину на 3 мм для того, чтобы они не мешали впоследствии прострагивать стрингера по наружным кромкам до плотного прилегания наружной обшивки. Прикладывая короткий обрезок фанеры к стрингерам и привальным брусьям и сострагивая излишки древесины с кромок шпангоутов и продольного набора, добиваются плотного прилегания фанеры к набору (рис. 250). Одновременно окончательно подгоняются боковые скошенные кромки форштевня.

Обшивать лодку следует начинать с верхнего — ширстречного пояса, который вместе с продольным набором придает корпусу достаточную жесткость, чтобы он не деформировался при обшивке днища сравнительно толстыми досчатыми поясами. Заготовив полосы фанеры нужной ширины, их последовательно подгоняют, прикладывая к набору и намечая на месте положение стыков, затем склеивают в один пояс по длине лодки. Удобнее всего соединение

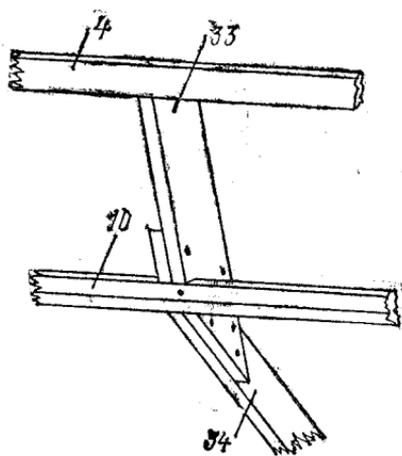


Рис. 250. Врезка продольного на- бора в шпангоут.

вают их клеем. Металлический крепеж нужно ставить в шахматном порядке, чтобы не расколоть вдоль волокон стрингер или шпангоут.

Когда клей затвердеет, можно подгонять и ставить на место оставшиеся доски днищевой обшивки. При постройке настоящих дори эти доски соединялись вгладь на шпонках из твердого дерева, которые вставлялись в заранее выбранные пазы в кромках смежных поясов. Для самостоятельного судостроителя такой способ может оказаться слишком сложным, поэтому можно рекомендо- вать более простой вариант обшивки внакрой с отборкой пазов «в полдерева» в обеих соединяемых кромках. Такие пазы могут быть сделаны специальным ин- струментом — отборником, который несложно изготовить самому. Такой способ гарантирует от водотечности днища, если лодка длительное время будет хра- ниться на суше.

В крайнем случае, днище можно обшить вгладь без перекроя поясов, склеив доски по кромкам или даже применив конопатку для уплотнения пазов.

Когда днищевая обшивка будет полностью закреплена к шпангоутам, с ее кромки, прилегающих к бортам, снимают малку для плотного прилегания бор- товой обшивки. Качество подгонки контролируется прикладыванием листа фа- неры к скуловому стрингеру и днищу. Затем подгоняется по месту и склеивается до нужной длины бортовой пояс обшивки. Нижняя кромка этого пояса крепится к боковой кромке днищевой доски на клею, шурупах или гвоздях с шагом около 60 мм. К шпангоутам, транцу и форштевню бортовая обшивка крепится шуру- пами 4 × 35 мм.

Кромки фанеры, выступающие впереди форштевня, позади транца и ниже поверхности днища, следует опилить и застрогать вровень с поверхностями. Спе- реди торцы фанеры защищаются рейкой — водорезом из твердого дерева, накла- дываемым на форштевень и крепящимся к нему на клею и шурупах.

Теперь корпус лодки можно снять со стапеля. Для этого достаточно пере- пилить вертикальные стойки шпангоутов, освободить от крепления к стапелю форштевень и транец. Перевернув лодку, продолжают работы внутри нее. За- страгивают верхнюю кромку бортовой обшивки вровень с привальным брусом. Подкрепляют днище в промежутках между шпангоутами поперечными рейками. Подгоняют брештуки привальных брусев и скуловых стрингеров в носу и стар- ницы в корме. Ставят на место подкрепления для подключин. На бортах уста- навливают бруски — опоры для банок. Установкой снаружи бортов буртикой (желательно — из твердых пород древесины) и подгонкой сидений-банок изго- товление собственно корпуса заканчивается.

Оклейка днища стеклопластиком, отделка и окраска лодки выполняются в соответствии с рекомендациями главы 4. Если лодка будет использоваться с под- весным мотором, нужно изготовить и смонтировать колодец таким образом,

«на ус» (см. стр. 100), ибо в случае при- менения накладных планок их придется врезать в скуловые стрингера и приваль- ные брусья. Готовый пояс прикладывают на свое место, временно крепят к штевню и шпангоутам и обчерчивают изнутри лодки по кромке привального бруса и скулового стрингера, по форштевню, транцу и обеим сторонам каждого шпангоута. Линию об- реза пояса по скуле несложно прочертить при помощи рейсмуса, установив на нем ширину прилегающей поверхности стринге- ра от прочерченной изнутри линии скуло- вого стрингера. По скуле пояс нужно об- работать в чистый размер; по привальному брусю может быть оставлен припуск в 2— 4 мм на окончательную пристройку по привальному брусю. Перед установкой на место в поясе просверливают отверстия под крепежные шурупы или гвозди, очищают поверхность, прилегающие к продольному и поперечному набору, от опилок и смазы-

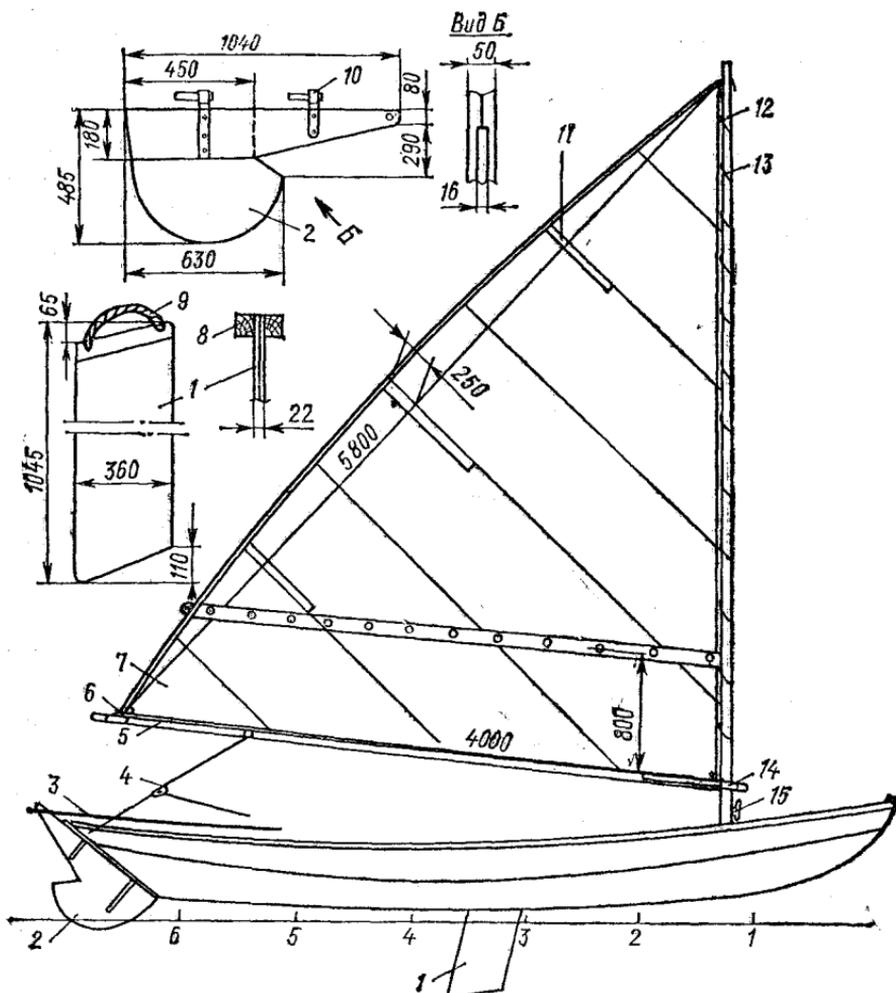


Рис. 251. Парусное вооружение дори.

1 — шверт, фанера или доски $\delta = 22$; 2 — перо руля; 3 — румпель длиной 1,2 м; 4 — гика-шкот; 5 — гик длиной 4150 мм, диаметр 55 мм; 6 — грота-шкот; 7 — парус; 8 — накладки 25×25 ; 9 — штерт; 10 — рулевая петля; 11 — лата; 12 — мачта длиной 5350 мм; диаметр 65 мм у гика и 45 мм у топа; 13 — слабень, крепящий парус к мачте; 14 — усы гика; 15 — утка.

чтобы при установке мотора его антикавитационная плита располагалась на 10—15 мм ниже наружной поверхности днища — это нетрудно проверить, пока лодка находится на берегу. Нижние бруски колодца тщательно подгоняют к днищу и закрепляют к нему на сквозных винтах М5—М6. Для обеспечения герметичности соединения колодца с днищем под бруски нужно положить парусиновую прокладку, обильно смазанную густотертыми белилами.

Для желающих поплавать под парусом приводим эскиз оригинального вооружения дори парусом площадью 9,6 м² (рис. 251 и 252). Нетрудно заметить, что парус необычно широкий: соотношение длин его передней и нижней шкаторин близко к единице. Это сделано для возможно более низкого расположения центра парусности. Парус пришнуровывается к мачте и, если требуется его убрать, например, при усилении ветра, мачта просто выдергивается из гнезда и укладывается с навернутым на нее парусом в лодку. Получив определенный опыт хо-

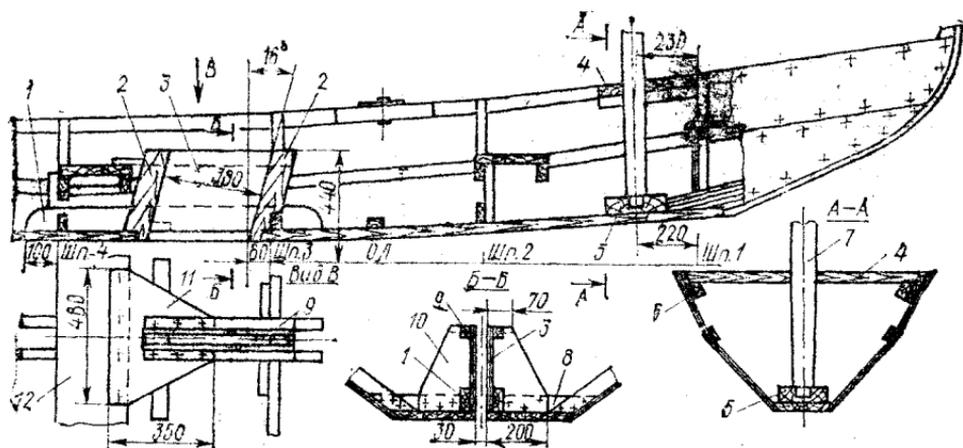


Рис. 252. Установка мачты и швертового колодца.

1 — продольный брус, 30 × 110; 2 — шпонка колодца 30 × 60; 3 — стенка колодца, фанера
 4 — мачтовая банка 28 × 180; 5 — ступь мачты 75 × 180 × 200; 6 — бруски крепления банки, 28 × 40; 7 — мачта; 8 — флор шп. 3; 9 — рейка 25 × 25; 10, 11 — кница, фанера 6 — 8 ÷ 10; 12 — гребная банка.

ждения под парусом, можно использовать парус и в достаточно свежий ветер, уменьшив его площадь до 6,5 м² при помощи взятия рифов. Для этого слабину, которым парус крепится к мачте, ослабляется; парус приспускается до совпадения гика с рядом отверстий-люверсов для взятия рифов, затем лишняя парусина укладывается в плотную «колбаску» и пришнуровывается к гику риф-сезнем, который пропускается через люверсы и охватывает гик «змейкой».

Проект 3. Лодка „фофан“

Основные данные	
Длина наибольшая	4,37 м
» по КВЛ	3,80 м
Ширина наибольшая	1,43 м
Высота борта на миделе	0,48 м
Масса корпуса	75 кг
Допустимая нагрузка	5 чел.

Прогулочная гребная лодка «фофан» появилась на свет в России в начале 900-х годов в результате конкурса на разработку проекта «народной» шлюпки, который проводился Российским обществом спасания на водах. Первая премия была присуждена гражданскому инженеру А. П. Фан-дер-Флиту. Шлюпка, построенная по его проекту, обладала всеми качествами, требующимися от судна, в которое часто садятся люди, не умеющие грести и вообще не обладающие опытом плавания на малых судах. Она легко шла под веслами, была устойчива, неплохо отыгрывалась на волне. Построенная впоследствии во многих тысячах экземпляров, шлюпка быстро приобрела популярность. Она широко использовалась на прокатных лодочных станциях, туристских базах, в качестве спасательных речных шлюпок и для разного рода хозяйственных развозов. Многие считают, что свое название «фофан» приобрел от имени ее создателя, хотя по другой версии это слово обозначает «простой».

Как бы то ни было, а «фофан» заслужил добрую славу за прошедшие 80 лет. За эти годы было немало попыток изменить обводы корпуса, что неизменно приводило к ухудшению качеств лодки. Поэтому именно за первоначальным

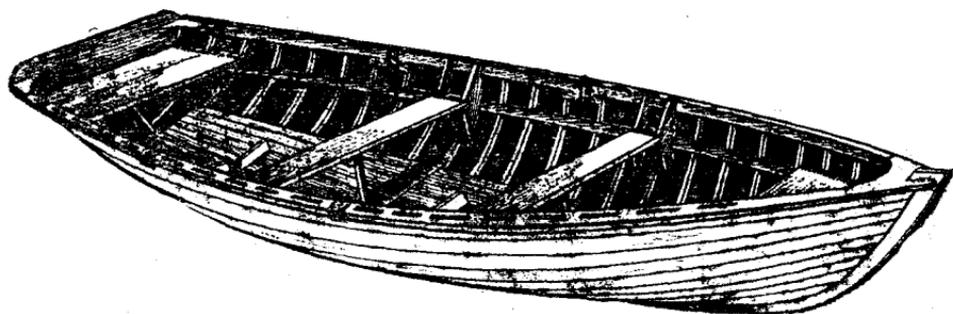


Рис. 253. Гребная лодка «фофан».

вариантом теоретического чертежа Фан-дер-Флита всегда было немало «охотников» из числа самодеятельных судостроителей. Приводимый теоретический чертеж восстановлен усилиями небольшого коллектива конструкторов под руководством инж. В. В. Никольского; построенные по нему лодки (рис. 253) подтвердили свои высокие ходовые и мореходные качества.

Обводы корпуса «фофана» — круглоскулые, с сильно подрезанным форштевнем и наклонным транцем, плавными линиями батоксов и выпуклыми ватерлиниями (рис. 254; табл. 27). При большой общей ширине корпус имеет незначительную ширину по ватерлинии — 1,2 м, что способствует легкому ходу на веслах. А киль, переходящий в корме в развитый плавник, обеспечивает движение лодки по прямой без применения руля. Важно, что при крене ширина действующей ватерлинии резко возрастает, и корпус хорошо сопротивляется кренящим силам, которые возникают, например, от перемещения к борту кого-нибудь из пассажиров. Благодаря плавному подрезанному носу на «фофанах» можно подойти к отмелому берегу и высадиться на него, не замочив ног.

По приводимым конструктивным чертежам (рис. 255, 256) «фофан» строился на судовой верфи крупной серий с использованием специальных приспособлений и оснастки, качественных материалов. Корпуса получались прочными, легкими и

Таблица 27. Таблица плазовых ординат (по наружной обшивке)

Линия теоретического чертежа	Номера теоретических шпангоутов									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Тр.
	Полушироты от ДП									
Линия борта — ЛБ	222	470	622	690	715	715	697	657	600	530
Ватерлиния ВЛ6	138	413	597	686	715	715	695	654	580	460
ВЛ5	92	360	560	664	707	708	688	635	539	377
ВЛ4	46	303	515	636	688	697	670	600	450	225
ВЛ3	—	233	450	590	650	668	630	535	310	80
ВЛ2 (ГВЛ)	—	150	357	513	590	606	555	427	132	—
ВЛ1	—	45	225	379	470	483	428	255	—	—
	Высоты от ОЛ									
Линия борта — ЛБ	690	620	570	530	510	505	510	530	560	600
Батокс БИ	—	585	288	168	125	120	145	220	360	500/638
» БИ	—	278	135	80	58	58	80	127	248	360/467
Линия киля — ЛК	297	106	55	38	30	35	55	90	168	230

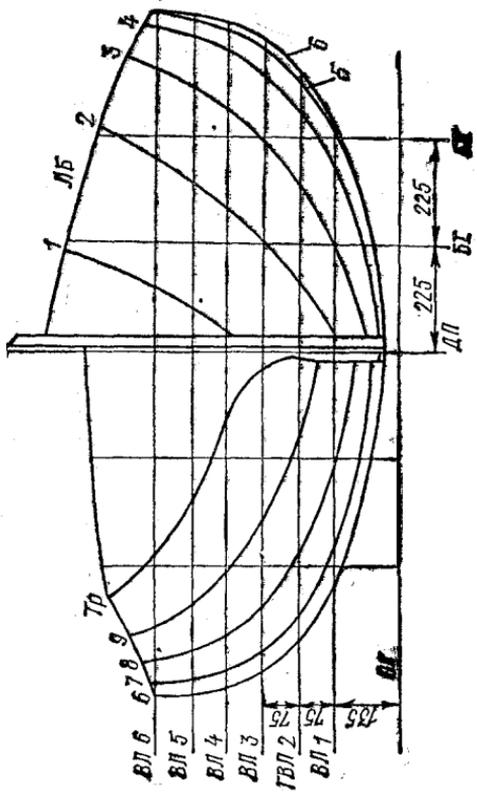
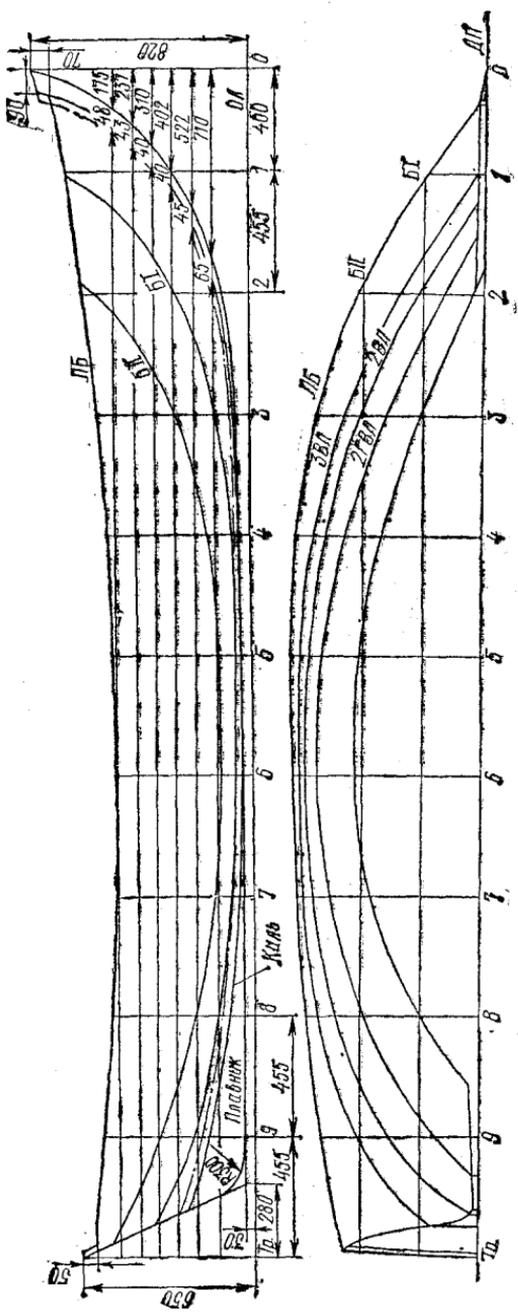


Рис. 254. Теоретический чертеж «фона».

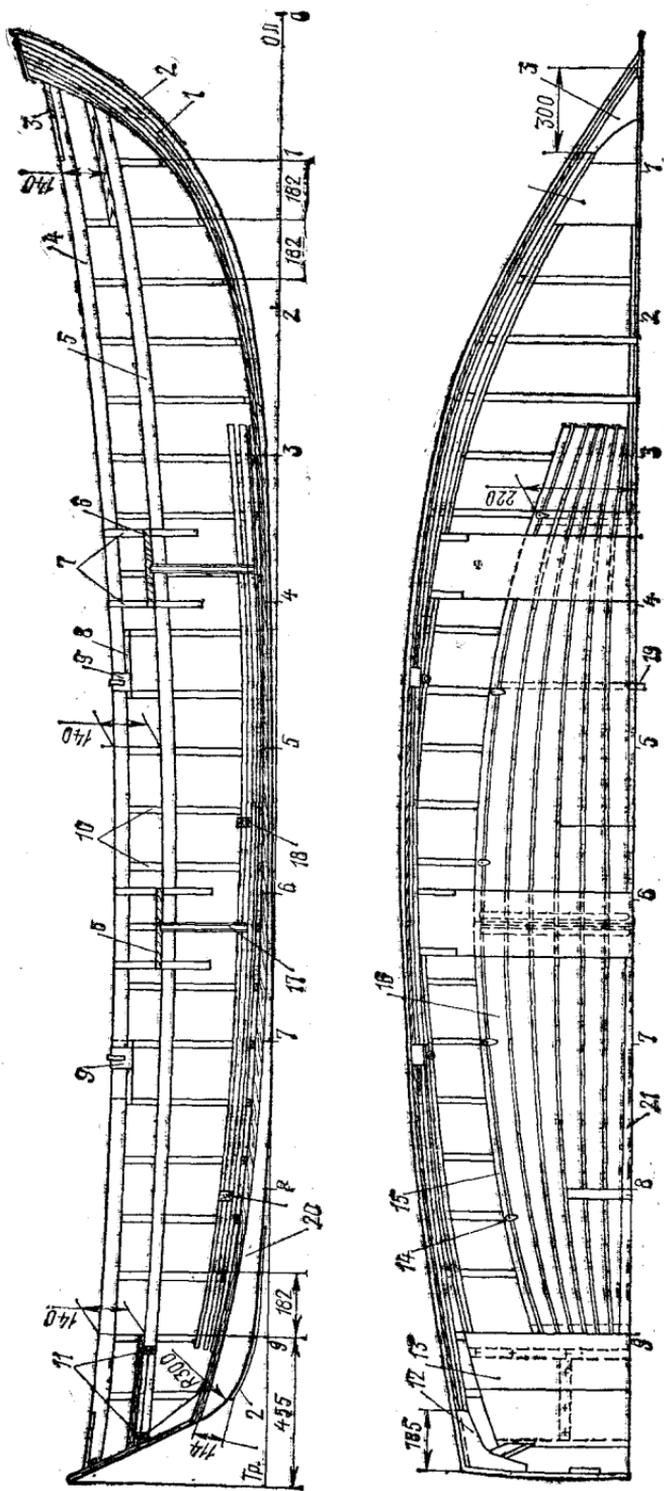


Рис. 255. Конструктивный чертеж корпуса.

1 — закладка; 2 — оковка килля $2,5 \times 30$; 3 — брештук, бак, фанера $\delta = 7 + 10$; 4 — привальный брус $15 \times 40 \times 4500$; 5 — поддегарс $15 \times 40 \times 4400$; 6 — гребная банка $20 \times 200 \times 1350$; 7 — Банковая кница $\delta = 20$; 8 — заполнитель у подключины $10 \times 40 \times 162$; 9 — подключина; 10 — шпангоут 10×20 , ясень; 11 — опорный брусок 25×40 ; 12 — транцевая кница, бакфанера $\delta = 7 + 10$; 13 — кормовая банка 20×400 ; 14 — вертушка зажима паруса $7 \times 20 \times 50$, бакфанера; 15 — стрингер 12×30 ; 16 — пайолы; 4 секции на доска $\delta = 10$; 17 — пиллерс банка, $25 \times 25 \times 300$; 18 — брусок упора ног, 35×55 ; 19 — кильная под пайолы, 10×26 ; 16 шт.; 20 — шпандарня килля $20 \times 250 \times 2100$; 21 — шпангоут $10 \times 50 \times 2600$; 22 — буртик $12 \times 20 \times 4600$; 23 — обшивка $\delta = 10$; 24 — гнездо пиллерса.

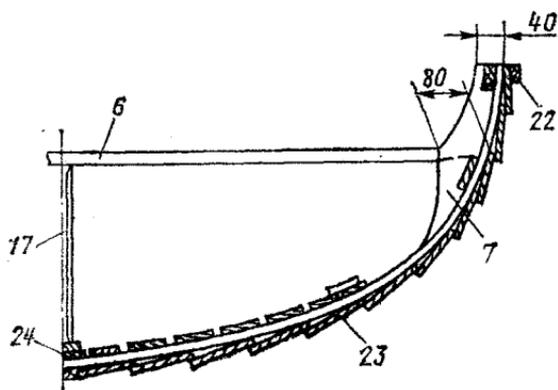


Рис. 256. Сечение по мидель-шпангоуту.

строгаными досками толщиной 10—12 мм (на обшивку пойдет 20 досок шириной примерно по 140 мм); рейками сечением 10 × 20 мм из ясеня или дуба для шпангоутов (их 22; длина средних шпангоутов, простирающихся от борта до борта, около 2,1 м); доской 25 × 70 × 3300 мм для киля; четырьмя рейками сечением 15 × 40 × 4600 мм для привальных брусьев и подлегарсов; 10-миллиметровыми досками для пайолов; 20-миллиметровыми досками для банок, плавника и книц. Понадобятся еще двухдюймовые доски для стапеля и весел, хотя неплохие весла вместе с уключинными можно приобрести в магазине. Материал для вспомогательных целей (стапеля, лекал и т. п.) можно использовать низких сортов, с сучками и трещинами, но важно, чтобы он был достаточно сухой, иначе при высыхании осястку для сборки корпуса может покоребить и лодка получится «кособокой».

Одновременно с заготовкой материала и его сушкой можно выполнять плазовые и шаблонные работы. На листе фанеры или плотной бумаги необходимо вычертить в натуральную величину: обвод форштевня вместе с несколькими его характерными поперечными сечениями; боковую проекцию корпуса у транца, нужную для точной разметки кницы и наклона транца; развертку транца и сечения по теоретическим шпангоутам (на оба борта). Вычерчивать все 9 шпангоутов и транец не обязательно — с достаточной точностью обводы корпуса можно воспроизвести, воспользовавшись лекалами четных шпангоутов (2, 4, 6 и 8-го) и транцем, установленными на закладку. При разметке обводов лекал необходимо учесть, что ординаты в таблице даны по наружной обшивке. Поэтому, прочертив обвод шпангоута, внутрь от этой линии следует отложить толщину обшивки, т. е. 10 мм, и провести параллельную кривую, по которой опиливается контур лекала.

Пользуясь рекомендациями, приведенными на стр. 131, обводы переносятся с плаза на доски, из которых будут собираться лекала; затем доски обтесываются топориком или обрезаются на ленточной пиле с припуском около 3 мм. После сборки лекала его обрабатывают в чистый размер, контролируя точность обвода прикладыванием к плазу. На плазе корпуса на каждом лекале должно быть размечено поперечное сечение киля и его положение относительно основной линии. В каждом лекале делаются предварительно соответствующие вырезы для киля, а для контроля при установке лекал на закладку на них наносят линии ДП, борта и ВЛЗ.

Форштевень шлюпки выклеивается из 5-миллиметровых реек по шаблону-цулаге, который также изготавливается по плазовой разметке, подобно лекалам. Штевень имеет переменное сечение, размер которого по лекалу со 120 мм у борта уменьшается до 40 мм при киле. Соответственно, количество реек в пакете может быть уменьшено с 20—24 в верхней части штевня до 8—10 при основании. Полезно для упрощения работ вырезать из фанеры продольный шаблон форштевня, прикладывая который к заготовке, ее можно обработать в чистый

водопроницаемыми благодаря обшивке «кромка на кромку». Каждое соединение кромок («накрой») образует своеобразный стрингер, повышающий жесткость всей обшивки, поэтому при постройке таким методом можно применять более тонкие поясья наружной обшивки и легкие гнутые шпангоуты. Перекрой кромок смежных поясьев обычно составляет 1,5—2 толщины обшивки, т. е. здесь создается более надежное уплотнение, чем в пазах обшивки, выполненной вгладь.

Для постройки «фофана» необходимо запастись хорошими сосновыми или еловыми

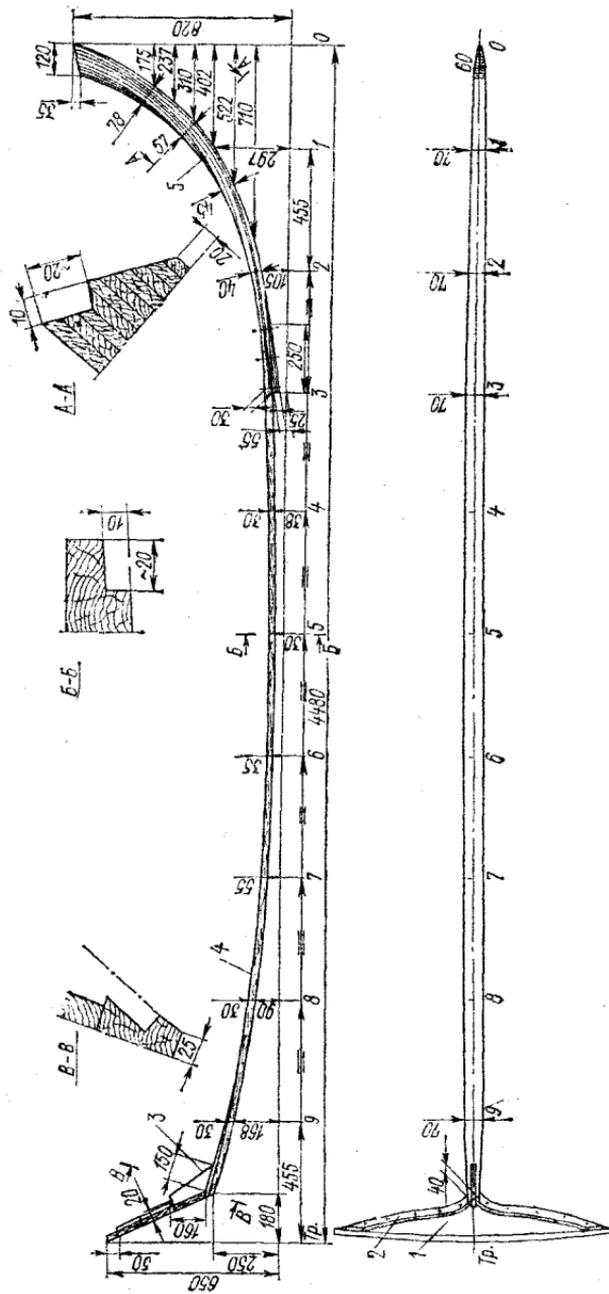


Рис. 257. Закладка.
 1 — транец 25 X 460 X 700; 2 — обвязка транца 20 X 50 X 150; 3 — старинка 20 X 50 X 150; 4 — киль 25 X 70 X 3300; 5 — форштевень 70 X 120 X 1600, склеить из реек 6 X 70.

размер. Ширина всех реек в пакете равна 70 мм, поэтому после такой обработки получится криволинейная заготовка прямоугольного поперечного сечения. На носовой и кормовой кромках заготовки следует разметить линию ДП и, используя контршаблоны (см. стр. 259), можно обработать заготовку предварительно до нужного поперечного сечения с выборкой шпунта для наружной обшивки. Работа завершается подгонкой усового соединения штевня с килем.

Киль (рис. 257) изготавливается из сосновой доски сечением 70×30 мм. Посередине его ширины при помощи наметленной нитки пробивается линия ДП; к транцу ширина кия уменьшается до 40 мм. В нижней части кия выбирается шпунт глубиной 10 мм под кромку первого пояса наружной обшивки. Необходимый угол выборки на каждом шпангоуте несложно определить по пазовой разбивке на проекции «корпус».

Прострогав заготовку кия в чистый размер, при помощи наметленной нитки на нее наносят линии ДП на обе пласти; на нижней рейсмусом очерчивают грань шпунта. Из картона, жести или фанеры делают шаблончики по сечению шпунта на каждом лекале. Прикладывая шаблончики к килю близ соответствующих лекал, отбирают при помощи стамески шпунт нужного сечения, затем обрабатывают его по всей длине кия, проверяя плотное прилегание обшивочной доски к шпунту. На внутренней стороне кия необходимо нанести метки, по которым на закладку будут устанавливаться лекала.

Транец собирается в виде щита из двух-трех досок толщиной 25 мм. Соединение по кромкам этих досок лучше выполнить в шпунт или на шпонке, в крайнем случае — установить с внутренней стороны пазовую рейку. Такое исполнение гарантирует от появления водотечности при рассыхании транца. Для крепления досок обшивки по периметру транца устанавливаются ясеневые рейки сечением 20×50 мм.

«Фофан» при единичной постройке удобно строить в нормальном положении — вниз килем. Стапель изготавливается из доски толщиной 50—70 мм с тщательно профугованной и выверенной верхней кромкой. Посередине ее наметленной ниткой пробивают линию ДП. Доску стапеля устанавливают на козелки, закрепленные к полу мастерской, или же крепят к стойкам, забитым в землю. Верхняя кромка стапеля должна быть строго горизонтальна как в продольном, так и в поперечном направлениях.

По концам стапеля устанавливают высокие стойки, к которым крепят верхний стапельный брус, служащий для раскрепления поперечных лекал, устанавливаемых на стапеле (рис. 258). Для повышения поперечной жесткости к верхней кромке бруса прибавляют доску, чтобы получилось тавровое сечение. При помощи отвесов проверяется положение верхнего бруса по отношению к нижней, основной доске стапеля: он должен быть расположен точно над нижней доской и быть строго параллелен рабочей кромке стапеля.

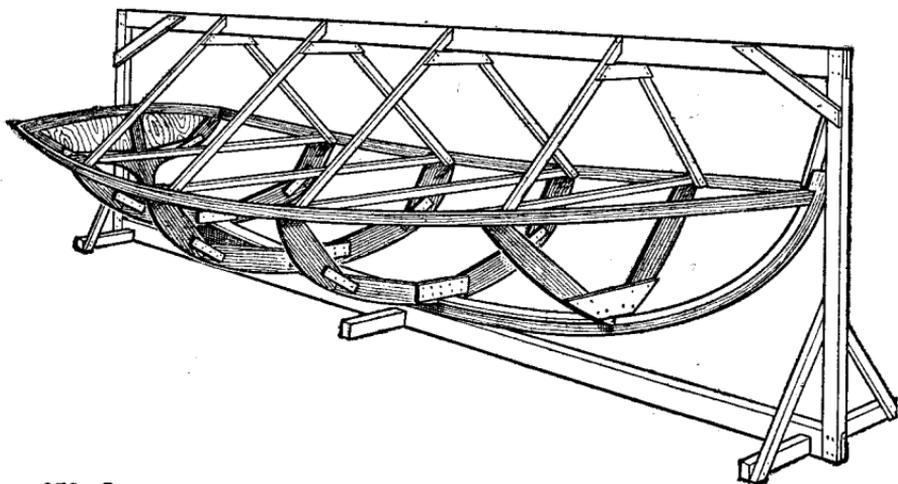


Рис. 258. Стапель с установленными на нем лекалами.

Теперь можно собрать закладку — киль, форштевень и транец — и установить ее на сталеель. Киль прочно укрепляют к стапелю через брусочки соответствующей высоты на каждом теоретическом шпангоуте, придав ему необходимый изгиб. Подогнав усовое соединение форштевня, его ставят на киль, запрессовывая клеевое соединение при помощи струбцины. При этом нужно проверить, чтобы штевень находился в одной вертикальной плоскости с контрольной линией на киле, т. е. не вышел бы из ДП. Одновременно форштевень крепят к вертикальной стойке стапеля, проверяя высоту верхней точки форштевня над основной.

При помощи временных планок на стапеле устанавливают транец с заранее закрепленной к нему старикницей, в которую через киль завинчивают три шурупа 6×65 мм.

Теперь на закладку устанавливают лекала, начиная со среднего — на шп. 6. Носовые лекала ставят таким образом, чтобы их толщина располагалась в нос от теоретической линии шпангоута; а толщина кормовых — в корму. При этом следят, чтобы отметки ДП на лекале и киле совпадали; лекало занимало строго вертикальное положение (отвес, опущенный из отметки ДП на шергель-планке, должен проходить через линию ДП на киле); лекало не должно быть наклонено и в продольной плоскости. Каждое лекало раскрепляется раскосами из двух реек, которые прибивают к их верхним концам и упирают в верхний стапельный брус. К килю лекала крепят при помощи деревянных брусочков, прибиваемых с обеих сторон.

Протянув поверх шергель-планок струну между отметками ДП на носовой и кормовой стойках стапеля, убеждаются в том, что отметки ДП на всех лекалах лежат на одной линии, а все шергель-планки расположены в одной горизонтальной плоскости. Для этого необходимо воспользоваться ватерпасом или шланговым уровнем. Затем по верхней кромке шергель-планок прибивают рейку, соединяющую все лекала.

Остается проверить плавность и симметричность обводов корпуса. Это делается при помощи гибкой рейки сечением 15×30 мм, которую прикладывают к борту на определенной высоте. Карандашом отмечают на этой рейке положение кромок всех лекал, транца и форштевня. Затем эту же рейку прикладывают на той же самой высоте к другому борту и проверяют, совпадут ли рейки с соответствующими кромками лекал. В противном случае лекала выравнивают. Рейка должна огибать лекала по плавной кривой и касаться кромок всех лекал. Прикладывая обрезок обшивочной доски к лекалу у киле, убеждаются в том, что шпунт в киле выбран правильно, или при необходимости подстрагивают его.

Подготовительные работы на стапеле заканчиваются снятием малки со всех лекал — сострагиванием с их кромок древесины до плотного прилегания рейки, приложенной к лекалам одного борта.

Корпус лодки обшивается 20 поясьями из досок толщиной 10 мм. Способ определения ширины пояса на каждом лекале описан на стр. 141. Перед началом подгонки досок обшивки на каждом лекале, транце и форштевне необходимо нанести положение кромок поясьев. Обшивку следует начинать с нижнего — шпунтового пояса, одна кромка которого должна быть тщательно подогнана по шпунту в киле. Для этого берут доску (немного шире, чем для остальных поясьев), обрезают ее по форме шпунта в форштевне и плотно прижимают к лекалам при помощи струбцины и упоров в пол. Затем берут циркуль и, раздвинув его ножки на определенную величину, прикладывают одну его ножку к шпунту, а другой делают на доске короткие засечки примерно через 100—150 мм (рис. 259), держа плоскость циркуля перпендикулярно к краю доски. Нанеся отметки по всей длине кромок, доску снимают; приложив к отметкам гибкую длинную рейку, прочерчивают карандашом плавную линию, по которой обрезают и сострагивают кромку доски.

Для определения ширины пояса во всех местах, где доска прилегает к лекалам, откладывают отмеченную на лекалах ширину пояса, а полученные точки соединяют плавной кривой, проведенной по рейке. Верхнюю кромку желательнее делать прямой или с небольшой кривизной — это облегчает подгонку следующего пояса.

Теперь нужно окончательно проверить, плотно ли прилегает пояс к шпунту в киле и форштевне. Для этого подкрашенной олифой смазывают поверхность

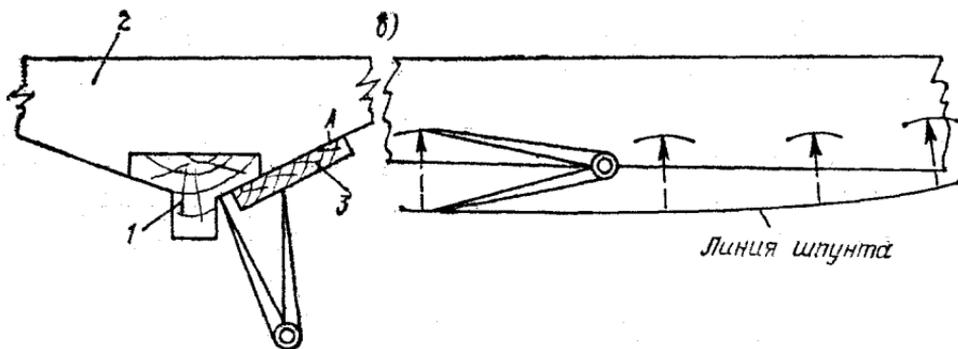


Рис. 260. Разметка шпунтового пояса: а — поперечное сечение; б — вид сбоку. 1 — плита; 2 — лекало; 3 — шпунтовый пояс; А — отметка ширины пояса на лекале.

шпунта и прикладывают доску на место. Если на поверхности доски окажутся места, где краска не дала отпечатка, значит здесь требуется подправить шпунт. Перед окончательной постановкой шпунтового пояса шпунт нужно прокрасить суриком или беллами; к килю кромка пояса крепится шурупами 3×25 мм с шагом 40—60 мм.

При пригонке следующих поясов прикладываемую доску причерчивают изнутри по верхней кромке уже поставленной на место доски, а затем прибавляют припуск (15—20 мм), на который одна доска перекрывает другую. Чтобы у форштевня и транца концы досок ложились вгладь, их обрабатывают так, как показано на рис. 96. К форштевню и транцу каждый пояс крепится не менее чем двумя шурупами на каждом конце. При подгонке одного пояса к другому с прилегающих кромок снимают фаски так, чтобы получить плотное соединение обеих кромок по всей длине пояса.

При монтаже поясов обшивки их кромки плотно прижимают друг к другу при помощи струбцины, двинков или специальных прижимов (см. рис. 64). В кромках просверливают отверстия под гвозди-заклепки диаметром 2,5 мм (напомним, что диаметр отверстия должен быть равен 0,8 диаметра гвоздя), вставляют гвозди и приклепывают их на шайбах.

Следующая операция по постройке корпуса лодки — установка гнутых шпангоутов, которые заготавливают заранее в виде ясеневых или дубовых реек сечением 10×20 мм. Материал на шпангоуты подбирается прямослойный, без сучков и трещин. Чтобы шпангоут не раскололся при склеивании его с обшивкой, нужно, чтобы годовые кольца в поперечном сечении заготовки располагались параллельно обшивке (рис. 260). Для правильной установки шпангоутов в корпусе на внутренней стороне обшивки нужно сделать разметку их положения, затем, взяв гибкую тонкую рейку, имеющую одинаковую со шпангоутом ширину, изогнуть ее по обшивке по нанесенным отметкам и прочертить карандашом линию по одной или обеим боковым кромкам рейки.

Шпангоуты лучше всего склеивать с обшивкой в распаренном виде. Для распаривания изготавливается ящик по длине заготовок шпангоутов либо же используется обрезок трубы подходящего диаметра (рис. 261). Трубу с заготовками шпангоутов и налитой внутрь водой можно греть непосредственно пламенем костра, паяльной лампы или газовой горелки; в деревянный ящик пар подается, например, от чайника, в который периодически доливается вода. Иногда достаточную эластичность шпангоута можно получить, поливая обернутую тряпкой заготовку горячей водой. В распаренном виде (примерно через полчаса после закипания воды) рейка легко изгибается по обводу корпуса; кроме того, забиваемые в нее гвозди не раскалывают шпангоут.

По намеченным местам установки шпангоутов в досках обшивки рекомендуется заранее просверлить отверстия для гвоздей и вставить в них гвозди таким образом, чтобы их концы не выходили из доски. Важно, чтобы гвозди располагались точно посередине ширины рейки и не попадали в край, иначе трудно



Рис. 260. Расположение годовых колец в сечении шпангоута: *а* — неправильно; *б* — правильно.

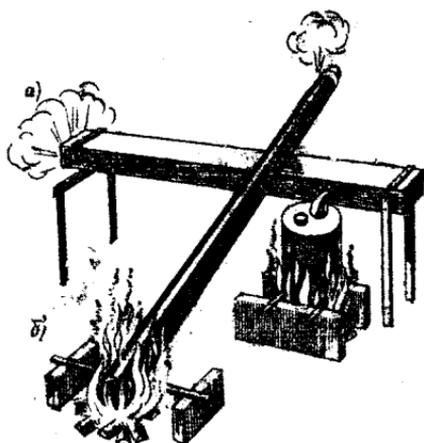


Рис. 261. Способы распаривания заготовок шпангоутов: *а* — в деревянном ящике; *б* — в стальной трубе.

будет избежать раскалывания заготовки. Концы шпангоута прижимают к обшивке струбинами, среднюю часть — упорами. Поставив шпангоут на место, сразу же забивают в него гвозди, расклепывая внутренние концы на шайбах. Шпангоуты ставят один за другим, постепенно приклепывая к ним обшивку (рис. 262). К килью шпангоуты крепят шурупами.

По окончании клепки шпангоутов лекала вынимают из корпуса и вместо них ставят распорные бруски на уровне кромки борта, которые позволяют выдерживать нужную ширину корпуса. Освободив от креплений к стапелю киль, штевень и транец, корпус снимают со стапеля и устанавливают на кильблоки с таким расчетом, чтобы можно было выполнять работы по внутреннему насыщению, не раскачивая лодку и не опасаясь повредить наружную поверхность обшивки.

Прежде всего, вдоль днища с носа в корму поперек шпангоутов укладывается кильсон сечением 10×50 мм, придающий корпусу продольную жесткость и скрепляющий все шпангоуты с килем (через каждый шпангоут кильсон прибивается гвоздями к килью). Верхние концы шпангоутов скрепляются через внутренние привальные брусья. Носовые концы привальных брусьев соединяются с форштевнем при помощи фанерного брештука, а с транцем — кницами. Затем на нескольких шпангоутах намечается положение верхней кромки продольных реек — подлегарсов, которые служат опорами для банок-сидений, придающих корпусу поперечную прочность. Доски сидений накладывают на подлегарсы сверху, крепят к ним шурупами или гвоздями. Дополнительную прочность креп-



Рис. 262. Установка гнутых шпангоутов в распаренном состоянии.



Рис. 263. Вертушка (защелка) пайола.

1 — стрингер; 2 — винт или заклепка $\varnothing 4$ мм; 3 — вертушка; 4 — доска пайола.

лению банок придают кницы из 20-миллиметровой доски, в которые забивают гвозди со стороны досок обшивки, подлегарсов и привальных брусев.

На днищевых ветвях шпангоутов размечают положение по ширине корпуса стрингеров, которые ограничивают с бортов съемные настилы — рыбины. Снаружи к килю крепят кормовой плавник, а по верхней кромке бортов ставят буртики полукруглого сечения. Желательно буртики сделать из дуба или ясеня под лак, а крепление их осуществлять гвоздями со сплюсненной головкой, которая ориентируется вдоль волокон древесины буртика и потому легко утапливается в ней. В местах установки подуклочин между привальным брусом и кромкой борта закладываются бруски-заполнители, которые проклеиваются сквозными гвоздями с брусом и обшивкой. Под гребные банки ставят вертикальные стойки-пиллерсы квадратного сечения; для них на киле нужно установить специальные гнезда.

Из металлических деталей необходимо изготовить и установить на место подуклочины и защитную полосу по килю и форштевню, а также рымы для швартовных концов-фалиней в носу и корме. Весла и уключины можно использовать такие же, как и для скифа (см. рис. 239 и 243).

Остается сделать рейчатые настилы — пайолы, которые крепятся к днищевым стрингерам при помощи простейших защелок-вертушек (рис. 263). Рейки пайолов делаются шире в средней части лодки и сужаются к оконечностям; снизу они соединяются поперечными брусками. Удобно разделить пайол на носовую и кормовую части, которые легко вынимаются из корпуса. К пайолам крепят подножные бруски-упоры — расстояние до них (720 мм) определяется от задней кромки каждой гребной банки, как показано на рис. 37.

Малярная отделка включает покрытие корпуса горячей олифой за два раза, грунтовку, шпаклевку и окраску в соответствии с рекомендациями главы. 4.

«Фофан» можно эксплуатировать и с самым маленьким у нас подвесным мотором «Салют» («Спутник») мощностью 2 л. с. «Ветерок» для него — слишком мощный; на ходу с таким мотором шлюпка приобретает большой дифферент на корму, что ухудшает ее мореходные качества (стойчивость и управляемость) и затрудняет водителю наблюдение по курсу.

Глава 9

МОТОРНЫЕ ЛОДКИ

Проект 4.

Мотолодка „НАЛИМ“

Основные данные	
Длина наибольшая	4,64 м
» по килю	3,98 м
Ширина наибольшая	1,70 м
» по днищу	0,92 м
Высота борта минимальная	0,47 м
Масса корпуса	100 кг
Рекомендуемая мощность подвесного мотора	6—18,4 кВт (8—25 л. с.)
Максимальная скорость:	
под мотором «Ветерок-8»	22 км/ч
» «Нептун-23»	40 км/ч
Максимальная пассажировместимость	4 чел.

В последние годы начинающие водномоторники, как правило, сначала приобретают наиболее дешевые лодки и моторы малой мощности; затем уже, «вой-

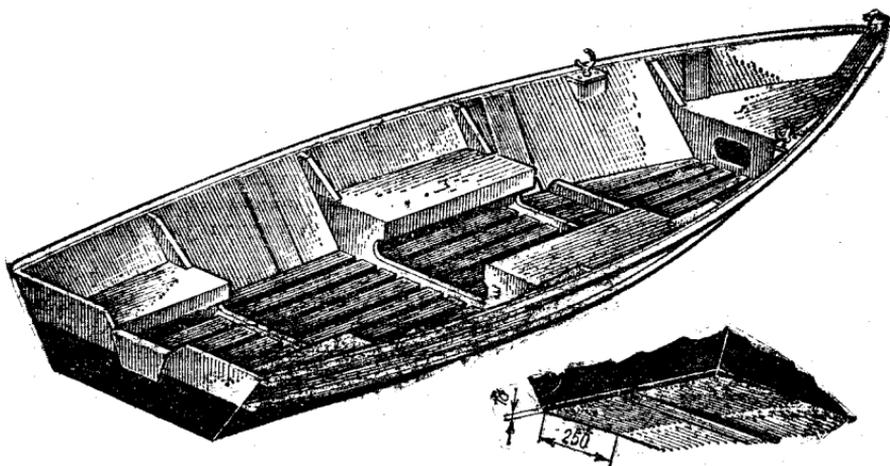
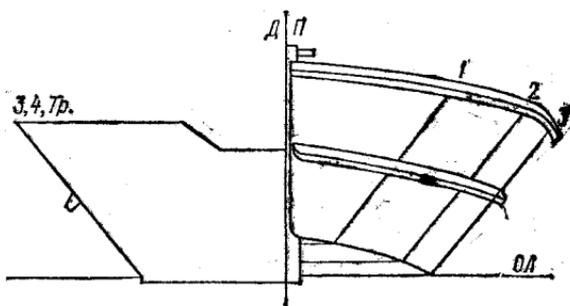


Рис. 264. Мотолодка «Налим». Показаны подпорные клинья у транца.

Рис. 265. Теоретический корпус.



для во вкус», они заменяют их на самый популярный быстроходный вариант — дюралевую лодку заводской постройки и 30-сильный «Вихрь».

Человеку, построившему «Налим» (рис. 264), не нужно спешить с заменой лодки, даже если он приобретет «Вихрь-30». Эта лодка одинаково хороша в широком диапазоне скоростей и, соответственно, мощностей используемых моторов. Строить это судно мы рекомендуем каждому, кто впервые приобщается к увлекательному ремеслу судостроителя и моряка (или речника, если плавать на «Налиме» предполагается по внутренним водным путям). Конструкция этой лодки проста; построить ее может каждый, имеющий навыки работы со столярным инструментом. «Налим» не обременяет своего владельца и заботами о стоянке. Достаточно вытащить лодку на берег и перевернуть вверх днищем — так, как это делали и делают до сих пор с лодками народной постройки во многих местностях нашей страны.

Корпус «Налима» разработан на основе обводов мореходных рыболовных лодок дори, с которыми читатель имел возможность познакомиться на стр. 267—269. Лодка имеет характерные для дори черты (рис. 265): узкое плоское днище, борта с большим развалом наружу, наклонный форштевень. Чтобы можно было развить высокую скорость с подвесным мотором максимальной мощности (под 23-сильным мотором — до 40 км/ч), кормовая часть лодки сделана не сужающейся, как на традиционной дори, а такой же широкой, как на миделе. Днище в корме горизонтально, что обеспечивает достаточный погруженный в воду объем корпуса у транца и препятствует возникновению чрезмерного ходового дифферента на корму.

Дополнительным средством уменьшения ходового дифферента служат не большие клиновые накладки, которые закреплены на днище по обе стороны от киля. Клинья, располагаясь под несколько большим углом атаки к встречному потоку воды, чем днище, способствуют повышению гидродинамического давле-

ния в корме, которое «прижимает» нос лодки к поверхности воды. Особенно целесообразны клинья при плавании с большой нагрузкой — в переходном к глиссированию режиме, когда благодаря уменьшению ходового дифферента удается повысить скорость на 15—20% и в то же время сократить расход горючего.

Еще одно отличие лодки от «настоящей» дери — это брызгоотбойники, закрепленные по всей длине наклонных бортов. Они отсекают поднимающиеся вверх потоки воды от бортов (в частности, при крутых поворотах, когда лодка получает крен), отбрасывают вниз брызги при плавании на волнении. Все это позволяет развить достаточно высокую скорость благодаря уменьшению поверхности корпуса, смачиваемой на ходу.

Разумеется, при высоте волны 0,3 м и более водителю «Налима» придется снижать скорость — дает себя знать плоское днище. Однако благодаря сравнительно небольшой ширине (900 мм на миделе) сила ударов днища о волну несколько меньше, чем, скажем, на старой «Казанке». Кстати, «Налим» имеет такую же длину, как и эта популярная лодка, а ширину днища даже на 200 мм меньше. Однако, если сравнивать безопасность использования и, в первую очередь, остойчивость этих лодок, то «Налим» благодаря расширяющимся в надводной части бортам имеет значительные преимущества: при крене ширина лодки по ватерлинии мгновенно увеличивается, создавая большой восстанавливающий момент. Да и общая ширина «Налима» почти на полметра больше, чем «Казанки».

Планировка лодки проста и позволяет свободно перемещаться по всей ее длине — от транца до форштевня, что делает «Налим» особенно удобным для рыболовов. При необходимости в лодке можно устроиться на ночлег. Под носовой банкой-сиденьем можно хранить черпак, швартовый конец и другие мелкие предметы снабжения.

Некоторым недостатком конструкции является отсутствие в корме водонепроницаемой выгородки или переборки, ограждающей вырез в транце для подвесного мотора. В случае вынужденного ремонта мотора на плаву надводный борт на транце оказывается близким к опасному пределу, а на стоянке у берега, когда лодка носом вытащена на берег, через транец может перехлестнуть волна от проходящего мимо судна. Однако, если всегда помнить об этом недостатке, то риск заливания корпуса через транец оказывается невелик; зато он окупается простотой постройки лодки. Для обеспечения же аварийной непопояемости под бортовыми сиденьями достаточно закрепить около 30 дм³ пенопласта с закрытыми порами, который вместе с плавучестью материала корпуса будет поддерживать заданную водой лодку с мотором на плаву.

При рыбной ловле, проходе акватории лодочной стоянки и при неисправности мотора можно использовать обычные распашные весла длиной по 2—2,2 м (чертеж весла приведен на рис. 243). Гребец располагается на носовом сиденье — единственной поперечной банке в лодке; при этом транец приподнимается, корпус меньше «тянет» за собой воду. Размеры весел нужно подогнать так, чтобы концы рукояток почти сходились вместе (размер от конца рукоятки до упорного буртика на весле должен быть около 550 мм).

Строить лодку лучше всего из водостойкой фанеры — бакелизированной марки БФС и БФВ, авиационной ВС-1, БП-1 или БПС-1. В крайнем случае можно использовать и обычную, но высокоортную строительную фанеру ФСФ или ФК. Бакелизированная фанера нужна толщиной 5—7 мм; других сортов — толщиной 8—10 мм. Для получения листов обшивки нужной длины потребуются соединить три листа фанеры (бакфанера бывает длиной до 4,9 м). Проще всего применить соединенные встык на подкладных планках из той же фанеры, поставленных с внутренней стороны корпуса на клею и мелких гвоздиках, концы которых заггибаются и утапливаются в древесину подкладной планки. При отборе листов для обшивки необходимо стараться сторону фанеры, содержащую мелкие пороки, располагать внутрь корпуса.

Детали набора, подкрепляющего обшивку, следует изготовить из качественной — без гнили, синевы или большого количества сучков — древесины сосны или ели; форштевень, киль, привальные и скуловые брусья желательнее сделать из дуба или ясеня.

Если фанеру нужного качества и толщины достать не удастся, корпус лодки можно обшить сосновыми, еловыми или кедровыми досками толщиной 18—

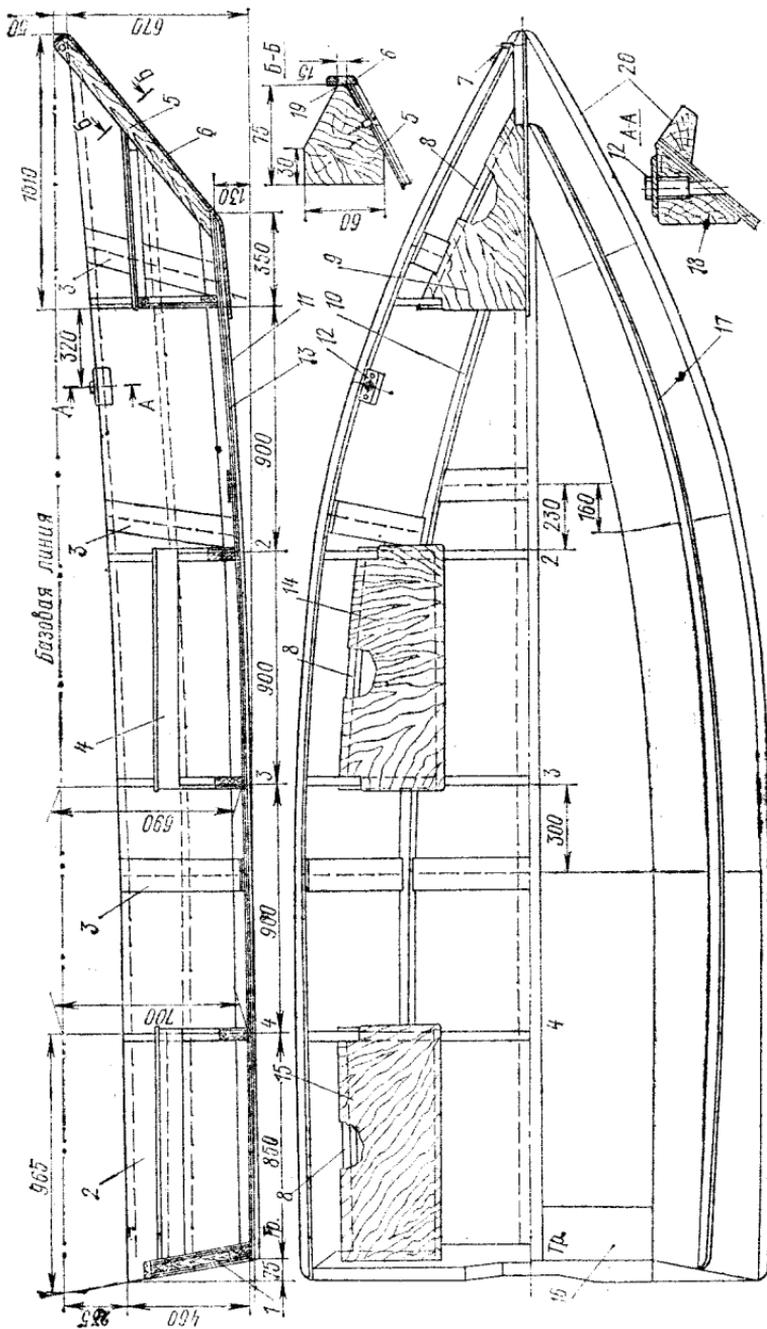


Рис. 266. Конструкция корпуса лодки.

1 — транец в сборе; 2 — обшивка борта $\delta = 8$; 3 — стыковая накладка из фанеры 8×120 ; 4 — планка 18×60 ; 5 — форштевень $75 \times 60 \times 1000$, дуб; 6 — обшивка борта $3 \times 20 \times 1300$, крепить на шурупах 4×35 с шагом 80 мм; 7 — штырь $\varnothing 12 \times 150$; 8 — рейка 30×30 ; 9 — носовая банка $\delta = 8$; 10 — скуловой стрингер $22 \times 60 \times 4700$; 11 — киль $22 \times 80 \times 4300$; 12 — сварная по-дуклочина; 13 — обшивка днища $\delta = 8$; 14, 15 — настил сиденья; 16 — клин у транца $20 \times 220 \times 410$; 17 — бортовой брызгоотбойник $30 \times 30 \times 4500$; 18 — подкрепление под уключину $60 \times 60 \times 150$; 19 — полоса стеклоткани шириной 60—100 мм на эпoxidном свя-зующем; 20 — привальный брус $30 \times 30 \times 5000$; 21 — рейка 8×36 , дуб; 22 — заполнитель $\delta = 22$; 23 — доска $22 \times 150 \times 1380$; 24 — рейка 25×25 ; 25 — внутренняя зашивка транца $\delta = 6$; 26 — флор 22×75 ; 27 — доска $\delta = 22$; 28 — наружная обшивка транца $\delta = 8$; 29 — топтамберс 22×75 ; 30 — кница; 31 — рейка 22×30 ; среднюю часть после сборки корпуса удаляется; 32 — переборка шп. 1, $\delta = 6$; 33 — стойка 30×30 ; после сборки удаляется.

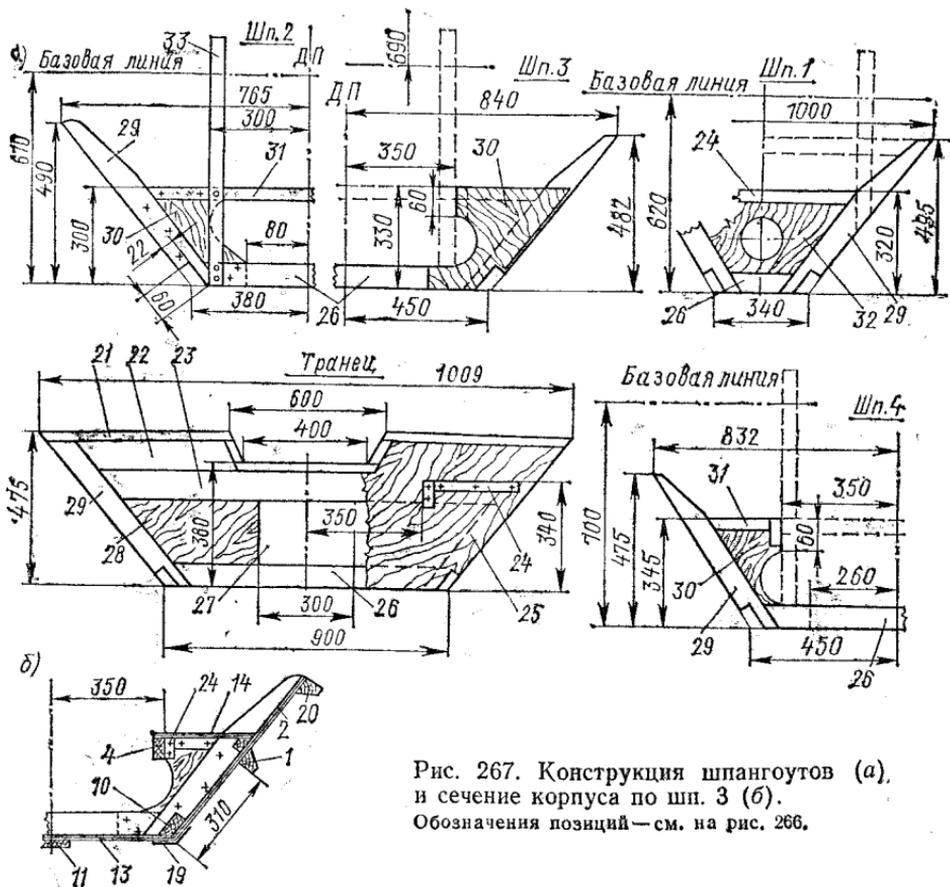


Рис. 267. Конструкция шпангоутов (а), и сечение корпуса по шп. 3 (б).
Обозначения позиций — см. на рис. 266.

20 мм. При этом для лучшей связи отдельных поясов между собой рекомендуем поставить дополнительные легкие шпангоуты из реек сечением 20 × 30 мм — по одному между основными шпангоутами — лекалами. Днище можно также обшить короткомерными досками, укладывая их поперек, как на лодке-скифе (см. стр. 262). В этом случае дополнительные шпангоуты на днище можно не ставить. Дошатая лодка будет весить на 28–32 кг больше фанерной.

Сборку корпуса удобнее всего выполнять в положении вверх килем на предварительно собранных шпангоутах, которые являются в данном случае лекалами. На конструктивном чертеже (рис. 266) указано положение базовой линии, которая совпадает с верхней плоскостью сборочного стапеля — верхними кромками его продольных брусьев. Каждый шпангоут снабжен временными вертикальными стойками 33, при помощи которых он устанавливается на стапель в нужном положении. При сборке шпангоутов на каждую стойку нужно нанести контрольные риски базовой линии, которая на каждом шпангоуте отстоит от днища на определенную величину, указанную на чертеже шпангоутов (рис. 267). Для надежного крепления стоек рейки 31 нужно сделать на всю ширину шпангоута, а после сборки корпуса и его снятия со стапеля их среднюю часть вырезать.

Для того чтобы обводы корпуса получились в точном соответствии с чертежом, на листе фанеры или толстого картона нужно вычертить полные (на оба борта) очертания шпангоутов. Удобно разметку разных шпангоутов сделать карандашами разных цветов. Здесь наносят базовую линию и линию ДП. Заготовленные заранее рейки шпангоутов и фанерные кницы накладывают на разметку, обрезают в чистый размер и подгоняют друг к другу; затем смазывают

сопрягаемые поверхности клеем и запрессовывают соединение при помощи гвоздиков $2,5 \times 25$ мм или шурупов, ставящихся со стороны фанерных деталей. Временные стойки и рейки крепят на шурупах без применения клея. На шпангоутах и стойках наносят контрольные риски базовой линии и ДП, линии борта; помечают сторону, которой шпангоут на стапеле должен быть обращен в нос. Когда клей затвердеет, в углах шпангоутов делают вырезы для скуловых стрингеров.

Стапель собирают из двух продольных параллельных брусьев с выверенными горизонтальными и прямолинейными верхними кромками. На этих кромках размечают положение каждого шпангоута, транца и форштевня. Необходимые размеры указаны на продольном разрезе корпуса (см. рис. 266). Точно в диаметральной плоскости от центра форштевня до отметки ДП на транце натягивают проволочную струну или рыболовную леску и совмещают с ней риски ДП на днищевой части каждого шпангоута. Одновременно следует проверить при помощи отвеса вертикальность плоскости каждого шпангоута, а прикладывая ватерпас к днищевой рейке, выверить шпангоут по горизонту. Это можно сделать также при помощи шлангового уровня, следя за тем, чтобы риски линии борта на правом и левом топтимберсе располагались на одном уровне. Затем вертикальные стойки прочно прибивают гвоздями к стапельным брусьям (рис. 268).

Транец устанавливается на стапель с наклоном, который легко проверить при помощи отвеса: расстояние риски ДП на наружной поверхности транца у днища до нити отвеса, касающегося риски ДП у верхней кромки транца, должно быть равно 75 мм. Под нужным углом наклона к стапелю прикрепляют форштевень, используя временные рейки. При этом рулеткой проверяют общую длину лодки и расстояние по днищу от передней кромки форштевня до задней кромки шп. 1, которое должно быть равно 350 мм.

Теперь можно приступать к окончательной подгонке скуловых стрингеров. В носу концы брусьев срезают «на ус» с тем, чтобы их врезка не слишком ослабила форштевень. Каждое гнездо в шпангоутах обрабатывается стамеской до плотного прилегания стрингера, изогнутого по обводу. Стрингеры крепят к шпангоутам шурупами 4×45 мм; затем с топтимберсов (и флоров носовых шпангоутов) и стрингеров снимают малку, проверяя плотность прилегания куска фанеры к шпангоутам и стрингерам. С нижней кромки стрингеров также необходимо сострогать малку до одного уровня с кромками флоров. Перед установкой листов бортовой обшивки следует проверить прилегание кромок листов к форштевню, и если необходимо — прострогать его боковые кромки.

Приложив на свои места предварительно склеенные до нужной длины листы бортовой обшивки, их временно крепят при помощи струбцин и гвоздей к

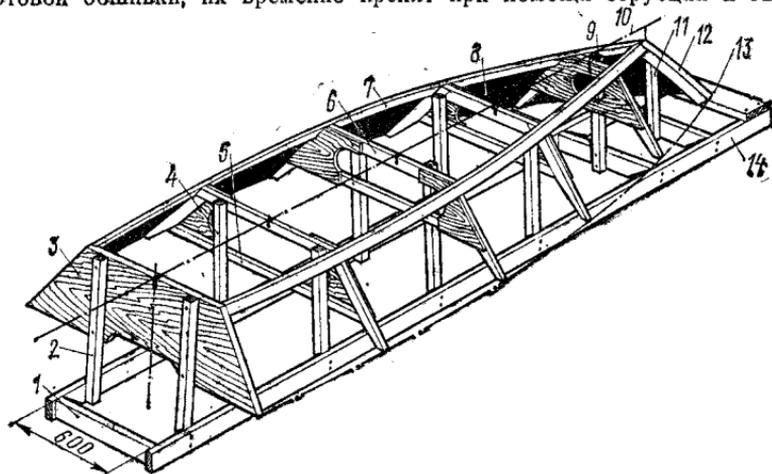


Рис. 268. Установка набора на стапеле.

1 — поперечный брус стапеля 50×120 ; 2 — наклонные стойки транца 30×30 ; 3 — транец; 4 — стойка 30×30 ; 5 — рейка 22×30 ; 6 — шпангоут-лекало; 7 — скуловой стрингер; 8 — бортовая обшивка; 9 — стойка шп. 1, 30×30 ; 10 — контрольная струна в ДП; 11 — стойка форштевня; 12 — форштевень; 13 — опора форштевня на стапеле; 14 — продольные брусья стапеля $50 \times 120 \times 5000$.

шпангоутам и стрингерам, затем очерчивают их контур по верхней кромке скулового стрингера, по форштевню и транцу. С каждого шпангоута на внутреннюю поверхность листа переносят риски линии борта. Полезно также обчертить топтимберсы по обе стороны; ориентируясь по этим линиям, можно просверлить отверстия под шурупы, которыми обшивка будет крепиться к шпангоутам. Одновременно на стрингерах намечаются места, в которых нужно будет сделать углубления для подкладных планок на стыках обшивки.

Сняв лист, его укладывают внутренней стороной вверх; пользуясь длинной гибкой рейкой, прижатой к рискам линии борта на листе, обчерчивают верхнюю кромку будущего борта. Все кромки обрезают, оставляя припуск 2—4 мм на окончательную строжку, когда обшивка будет поставлена на место. Просверливают отверстия под шурупы. Смазав клеем кромки топтимберсов, стрингеров, форштевня, устанавливают листы бортовой обшивки на свои места. Когда клей затвердеет, кромки обшивки, выступающие над стрингерами, сострагивают «вчистую» и приступают к подгонке обшивки днища.

Наложив заготовленный лист на набор и временно закрепив, его обчерчивают по наружному контуру скулы; изнутри лодки намечают толщину каждого флора. Затем обрезают лист в чистый размер, сверлят отверстия под шурупы и ставят обшивку на место, предварительно смазав сопрягаемые поверхности клеем. К шпангоутам фанеру крепят шурупами 4×25 с шагом 150 мм; к стрингеру, транцу и форштевню — шурупами 4×30 с шагом 70—50 мм (в шахматном порядке, чтобы не расколоть стрингер и плотнее прижать кромку листа).

На обшивку кладут рейку килля и, пользуясь намеченным положением флоров, крепят ее к ним шурупами 4×40 .

Снимают корпус со стапеля, переворачивают его, устанавливая по верхней кромке борта наружный привальный брус из рейки сечением 30×30 мм и примерно посередине высоты борта — бортовой брызгоотбойник из такой же рейки. Ставят рейки обвязки сидений 4; подгоняют блоки из пенопласта таким образом, чтобы они плотно заполнили контур сиденья. Отдельные плиты пенопласта могут быть склеены между собой и закреплены на месте при помощи эпоксидного клея или клея ВИАМ БЗ. Затем сиденья закрывают сверху фанерными листами 14 и 15, которые крепят на клею и шурупах к соответствующим рейкам обвязки.

Соединения листов обшивки по скуле, транцу и форштевню тщательно уплотняют эпоксидной шпаклевкой (или эпоксидным клеем с добавлением древесной муки) и оклеивают снаружи лентами стеклоткани.

У транца к днищу крепят клиновые накладки и тщательно обрабатывают их нижнюю поверхность таким образом, чтобы днище плавно переходило в площадку клина.

Оборудование лодки состоит из съемных пайолов (вместо них на днище изнутри можно наклеить рейки сечением 8×40), подуклочин, обушков для крепления швартовных концов и страховочного конца подвесного мотора.

Проект 5.

Мини-мотолодка „САРГАН“

Основные данные

Длина наибольшая	2,70 м
Ширина наибольшая	1,30 м
Ширина по скуле у транца	1,04 м
Высота борта на миделе	0,54 м
Масса корпуса	65 кг
Пассажировместимость	2 чел.
Мощность подвесного мотора	6—15 кВт (8—20 л. с.)
Килеватость днища у транца	17°
Скорость хода под ПМ «Ветерок-12» с 2 чел.	26 км/ч

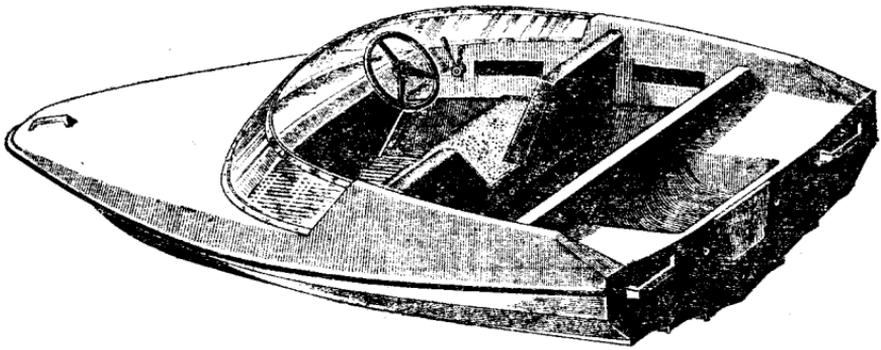


Рис. 269. Мотолодка «Сарган».

Достоинствами этой лодки (рис. 269) являются небольшие размеры и масса, благодаря чему ее можно использовать в режиме глиссирования с подвесными моторами мощностью от 8 л. с. с нагрузкой два человека. В то же время остойчивость и высота надводного борта позволяют эксплуатировать «Сарган» с подвесными моторами «Вихрь» и «Нептун-23», под которыми возможно достижение скоростей свыше 45 км/ч. Правда, в последнем случае водитель должен обладать определенным опытом управления быстроходными лодками, особенно в условиях волнения, когда легкое и короткое судно может совершать прыжки с гребня на гребень. Для снижения ударных перегрузок на волне и обеспечения продольной устойчивости движения килеватость днища в кормовой части сделана равной 17° . Днище снабжено четырьмя продольными реданами (по два на борт) и широкими скуловыми брызгоотбойниками. При полной нагрузке 250 кг лодка глиссирует на ближней к скуле паре реданов, а с уменьшенной нагрузкой (один человек) или увеличенной до 20 л. с. мощностью мотора — на ширине днища, ограничиваемой первыми от киля реданами и равной всего 340 мм. Скуловой брызгоотбойник способствует выходу лодки на режим глиссирования, так как его рабочие грани расположены под несколько большим углом атаки, чем днище.

Еще одна существенная деталь обводов мотолодки — наклонные участки бортов вблизи транца (рис. 270; табл. 28). Их назначение — уменьшать крен лодки при резкой перекладке руля. Когда эти участки на скорости погружаются в воду, на них создается дополнительная подъемная сила, направленная перпендикулярно поверхности и эффективно противодействующая дальнейшему накрениению судна. Дополнительный надводный объем в корме полезен еще и в случае вынужденного ремонта заглухнувшего мотора на плаву: благодаря резко расширяющимся бортам при перемещении человека к корме погруженный объем быстро увеличивается и дифферент на корму оказывается не так велик, как в случае обводов с малым развалом бортов.

Форштевень «Саргана» сделан расширяющимся к палубе для увеличения объема носовой части корпуса и ее плавучести; это важно, например, при плавании с попутной волной.

Чтобы получить необходимую из условий мореходности высоту водонепроницаемого борта без ухудшения внешнего вида лодки, использованы высокие комингсы, гнутое лобовое стекло и кормовая стенка рессеца подвесного мотора. Так что фактически высота надводного борта «Саргана» не меньше, чем у 4-метровых лодок типа «Обь» и им подобных.

Обводы корпуса позволяют построить «Сарган» с обшивкой из фанеры толщиной 4—5 мм, если, конечно, строитель смиритсся с неизбежными трудностями изгиба фанеры в носу. Возможно, здесь в листах фанеры придется сделать дватри продольных пропила, чтобы легче было придать листу обшивки требуемую «закругку»; впоследствии эти пазы надо будет заделать шпаклевкой — опилками на эпоксидной смоле и заклеить снаружи полосками стеклоткани, а изнутри корпуса поставить накладку из полос фанеры.

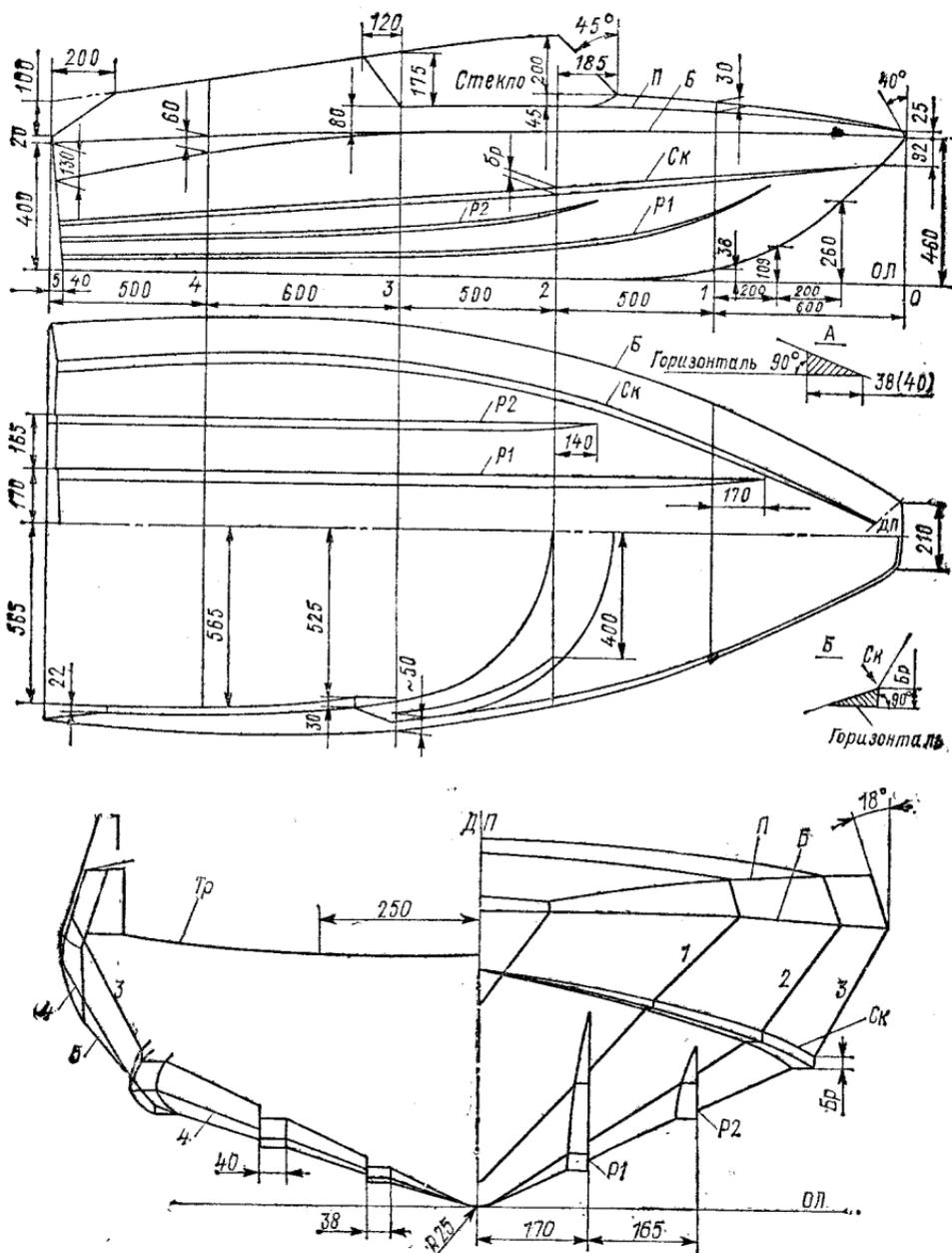


Рис. 270. Теоретический чертеж; А — разметка продольного редана; Б — разметка линии скулы и брызгоотбойника.

Однако лучше применить испытанный и уже получивший признание любителей-судостроителей метод постройки композитного корпуса (рис. 271). При этом легкий деревянный набор обшивается каким-либо тонким листовым материалом, который легко принимает нужную форму, а затем оклеивается стеклотканью до получения необходимой прочности стеклопластикового корпуса. В данном случае набор вместе с тонкой первоначальной обшивкой служит в основном технологию

Т а б л и ц а 28. Таблица плазовых ординат мотолодки «Сарган»

Линия теоретического чертежа	Номера шпангоутов				
	1	2	3	4	5 (Тр.)
	Полушироты от ДП				
Линия скулы — <i>Ск</i>	270	490	525	538	502
» борта — <i>Б</i>	405	560	633	650	620
» палубы — <i>П</i>	385	525	605	—	—
	Высоты от ОЛ				
Линия скулы — <i>Ск</i>	325	282	240	190	154
» борта — <i>Б</i>	470	467	455	434	410
» палубы — <i>П</i>	532	545	535	—	—
Высота брызгоотбойника — <i>Бр</i>	17	20	20	17	15

Пр и м е ч а н и е. Высоты по шп. 5 (транцу) даны с учетом его наклона.

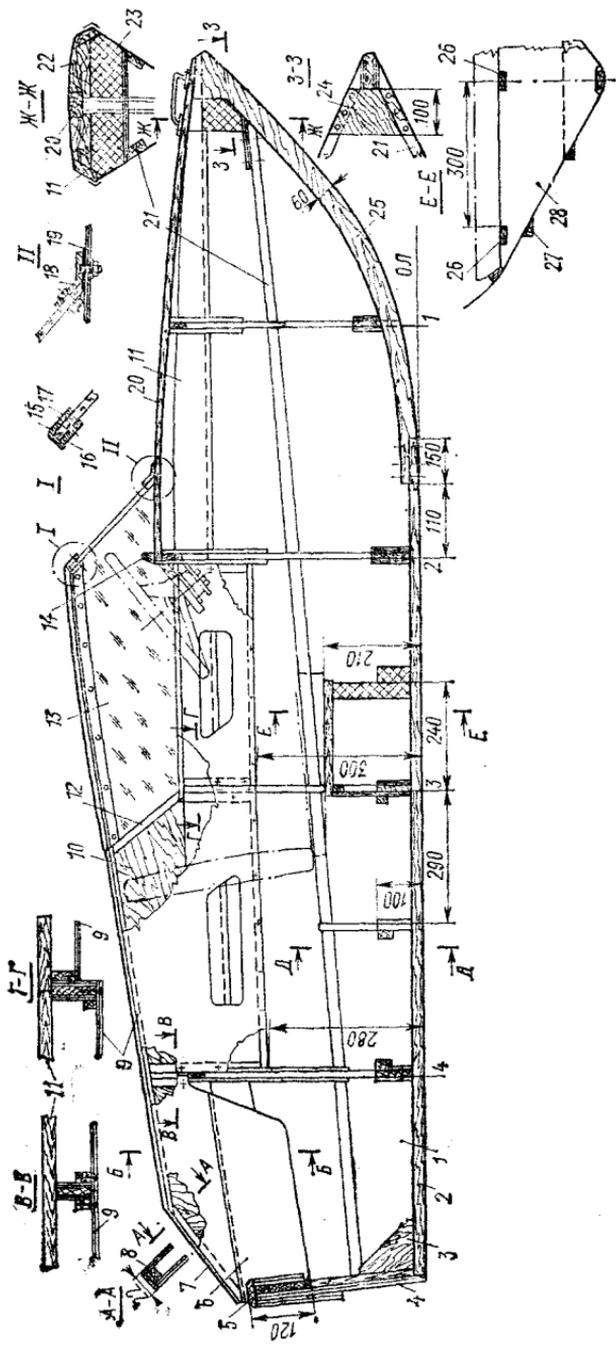
ческим оформителем, задающим форму — обводы корпуса, поэтому число шпангоутов и других деталей набора может быть уменьшено до минимума. Для «Саргана», кроме транца, потребуется изготовить четыре шпангоутные рамки, собираемые из реек 12×40 , соединяемых кницами и флорами из фанеры толщиной 2,5—3 мм (рис. 272).

Из обрезков 12-миллиметровой доски набирается форштевень, который для прочности оклеивается фанерой (фанеруется) с обеих сторон. Киль, скуловые и привальные брусья здесь служат только для соединения отдельных листов оформителя. Можно отказаться и от этих деталей продольного набора, если сшивать кромки листов оформителя проволочными скрепками или даже просто рыболовной леской (см. стр. 107).

Сборку набора корпуса «Саргана» можно осуществить наиболее простым способом — в положении вверх килем. Стапель имеет принципиально такую же конструкцию, как и для постройки лодки «Налим»; точно так же к каждому шпангоуту нужно прикрепить по две параллельных и вертикальных стойки для крепления рамок к стапелю. Расстояние между брусьями стапеля можно принять равным 400 мм; высота до базовой линии — 800 мм от ОЛ. В шпангоутах должны быть сделаны гнезда для кия, скуловых стрингеров и привальных брусьев. Киль и форштевень собирают вместе заранее, до установки на стапель. Уложив этот узел в гнезда шпангоутов и закрепив к стапелю свободный конец форштевня, обрезают кормовой конец кия, выступающий за обшивку транца. Затем при помощи старикницы 3 (рис. 271) киль надежно соединяют с транцем.

Теперь к форштевню необходимо прикрепить два брештука — один для соединения концов бортовых досок 11, а второй — скуловых стрингеров 21. Первый лучше выпилить из доски толщиной 40 мм (рис. 273). В этом брештуке делается гнездо для форштевня, палубного стрингера (мидельвейса) и бортовых досок 11. Для правильной установки брештуков на форштевню необходимо заранее нанести линии, с которыми следует совместить нижние кромки брештуков при их склеивании со штевнем. Поставив на место брештук 22, сразу же подгоняют и крепят к шпангоутам бортовые доски 11 (начиная со шп. 3), используя клей и шурупы $3,5 \times 30$.

Нижний брештук вырезается из фанеры; скуловые стрингера крепят к нему посредством шурупов, заворачиваемых через фанеру. Затем пространство между обоими брештуками следует забрать пенопластом, склеивая его отдельные плиты между собой и с деталями набора. Вооружившись рубанком или специальным инструментом, напоминающим обычную терку, пенопласт обрабатывают до



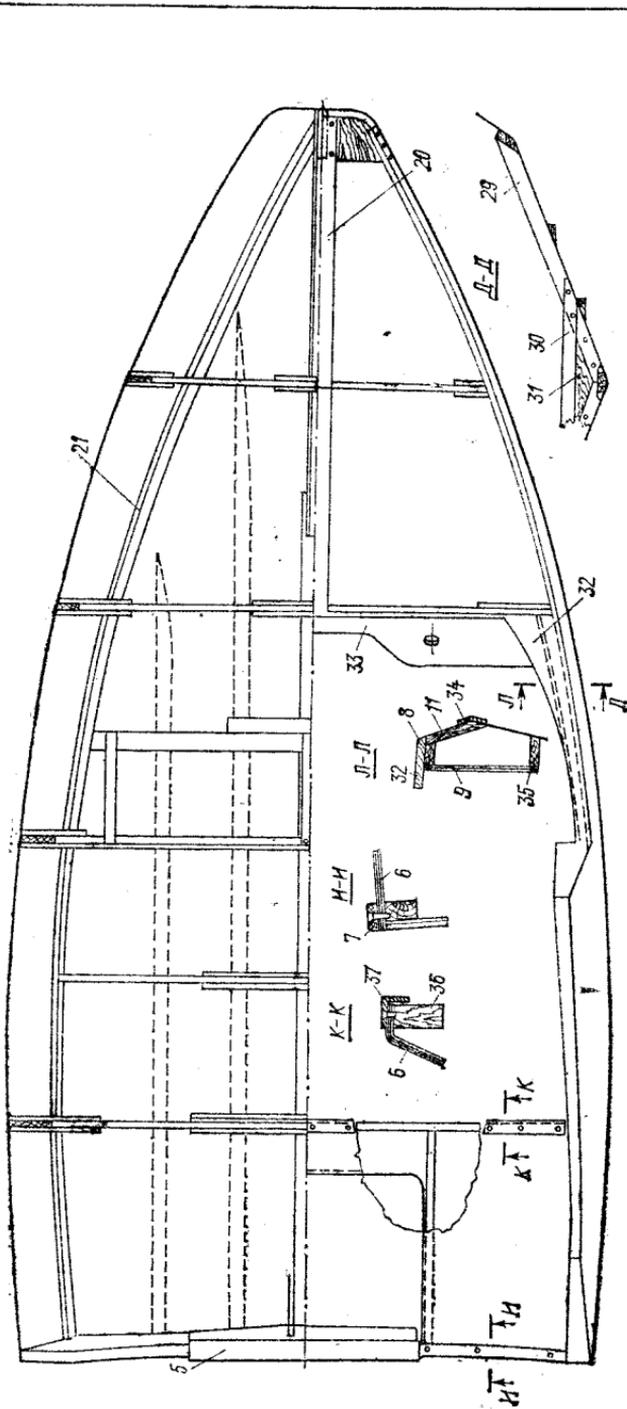


Рис. 271. Конструктивный чертеж корпуса.

1 — обшивка; 2 — киль; 22 X 50; 3 — старжица, фанера $\delta = 6$; 4 — транец, фанера $\delta = 8 \div 12$; 5 — декоративная планка, 5 X 40, дуб; 6 — рещец, стеклопластик, $\delta = 2,5 \div 3$; 7 — рейка $\delta = 5$; 8 — рейка 18 X 25; 9 — внутренняя зашивка комингса, фанера $\delta = 3$ или стеклотекстолит $\delta = 2$; 10 — наружная зашивка комингса, фанера $\delta = 3$ или стеклотекстолит $\delta = 1 \div 2$; 11 — бортовая доска 12 X 100; 12 — стойка 20 X 80; 13 — стеклоткань $\delta = 8$; 14 — рейка 10 X 15; 15 — угольник из полосы 2 X 32, алюминий; 16 — подоса 2 X 20, алюминий; 17 — винт М5; 18 — угольник из полосы сосна; 23 — пенопластовый загонитель; 19 — прокладка $\delta = 1,5$, резина; 20 — паучный стрингер 12 X 50; 21 — винт М5; 22 — брештук из полосы фанера 18 X 30; 27 — продольный релан; 24 — брештук стрингеров, фанера $\delta = 3$; 25 — форштевень, $\delta = 12$ с накладками из фанеры $\delta = 3$; 26 — флор, фанера $\delta = 3$ с двух сторон; 32 — ласкальная доска $\delta = 12$; 33 — пульт, доска или фанера $\delta = 12$; 34 — опорная рейка пайола 12 X 25; 37 — доска $\delta = 12$; 36 — бмс шп. 4, 12 X 50; 37 — угольник 2 X 12 X 12; 38 — стойка транца 18 X 50; 39 — тоннмберс 12 X 40; 40 — брусок 20 X 25; 41 — кница $\delta = 3$ с двух сторон; 42 — доска 12 X 200; 43 — рейка 12 X 40; 44 — загонитель $\delta = 12$; 45 — подкрепление под мотор, $\delta = 12$; 46 — стойка 15 X 30; 47 — накладка $\delta = 20$; 48 — рейки шп. 3, 12 X 30; 49 — бмс шп. 2, 12 X 50; 50 — опорная кница пульты, $\delta = 18$; 51 — бмс шп. 1, 12 X 40; 52 — приформовка из полос стеклоклткани шириной 60 мм; 53 — привальный брус 12 X 40; 54 — шуруп 3 X 15; 55 — оформитель 20 X 40; 56 — оклейка релана; 57 — оклейка обшивки; 58 — рейка 20 X 20; 59 — рейка 18 X 30; 60 — доска клиновидная, $\delta = 12$.

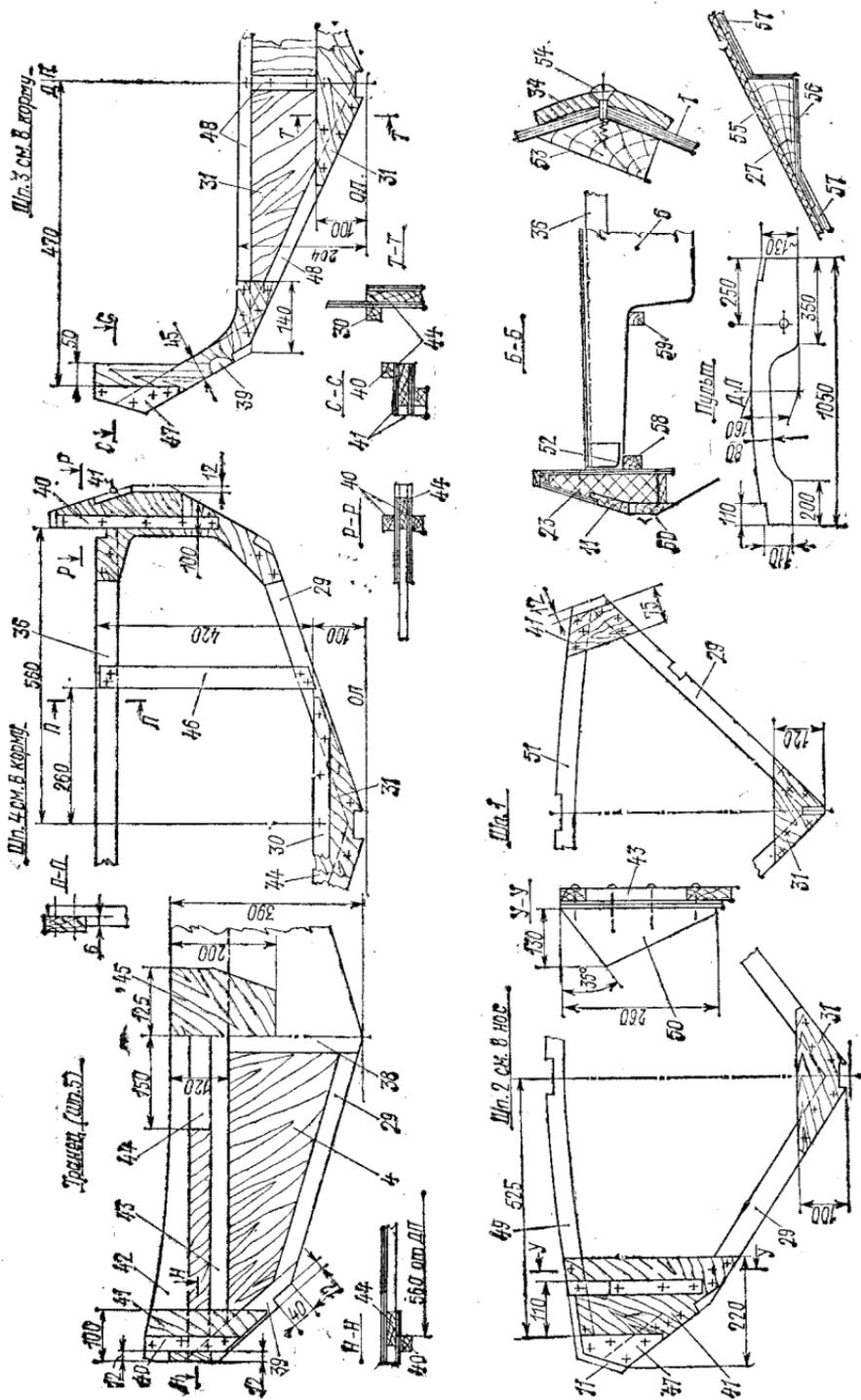


Рис. 272. Шпангоутные рамы и узлы конструкции корпуса.

получения плавных обводов носовой оконечности; к этой пенопластовой «бобышке» впоследствии будут примыкать листы оформителя корпуса и все снаружи будет оклеиваться стеклотканью.

В кормовой части корпуса к шпангоутам и бортовой доске 11 приклеивается доска 10, образующая вертикальный участок борта. Нижнюю кромку этой доски нужно сострогать до плотного прилегания листа фанеры, приложенного к шпангоутам. Впоследствии к этой кромке приклеивается край листового оформителя наружной обшивки.

После снятия малки со всех поверхностей, прилегающих к обшивке, набор накрывают листовым оформителем, в качестве которого могут быть использованы: стеклотекстолит толщиной 1—2 мм, 3-миллиметровая строительная фанера и даже водостойкий картон или оргалит. Оформитель крепится к набору на клею и гвоздях, затем оклеивается снаружи стеклотканью на эпоксидной смоле.

При использовании сравнительно тонких тканей сатинового переплетения достаточно наложить пять-шесть слоев ткани, чтобы получилась стеклопластиковая обшивка толщиной 2,5—3 мм. При фанерном оформителе число слоев стеклоткани может быть уменьшено до четырех-пяти. Если придется использовать жгутую стеклоткань большей толщины, число слоев также можно будет уменьшить, но следует иметь в виду, что из-за ухудшенной пропитки отдельных жгутов связующим, такой пластик может фильтровать воду. В таких случаях желательно все-таки раздобыть немного тонкой стеклоткани с тем, чтобы наложить два более плотных слоя стеклопластика снаружи обшивки и один — между оформителем и стеклорогожей.

Рекомендации по рецептуре связующего для оклейки и технология укладки стеклоткани приводятся в главе 4. Заметим, что важным условием получения качественного стеклопластика является соблюдение правильного соотношения веса армирующего стеклопластика и веса связующего — в пределах (50:50)—(60:40)%; иначе отвердевший стеклопластик не будет обладать достаточной прочностью и водонепроницаемостью.

Еще одна тонкость, которую также следует учитывать при постройке лодки с корпусом из стеклопластика. Поскольку армирующий материал наносится слоями, имеется возможность изменять толщину стеклопластика в зависимости от требуемой на данном участке обшивки прочности. Например, вдоль киля, где обшивка подвержена сильному износу, стоит уложить несколько дополнительных полос стеклоткани; наоборот, можно уменьшить толщину комингсов, которые не подвергаются большим нагрузкам, и т. п. Все это и позволяет построить имеющий достаточную прочность корпус с минимальным весом; впоследствии можно будет усилить обнаружившиеся в процессе эксплуатации слабые места.

Продольные реданы и скуловой брызгоотбойник предусмотрено изготовить из деревянных реек или твердого пенопласта. Лучше всего, оклеив гладкое днище двумя-тремя слоями стеклоткани, разметить на нем положение брызгоотбойника и реданов и поставить их на место. Каждый редан затем оклеивается узкими полосками ткани в два слоя; важно тщательно прикатывать ткань к обеим граням реданов так, чтобы здесь не образовывались пузырьки воздуха и непроклеи. Затем поверхности днища между реданами оклеивают полосами стеклоткани соответствующей ширины до получения нужного общего числа слоев.

Внутренние поверхности фанерного или картонного оформителя изнутри корпуса должны быть защищены от воздействия воды разжиженной эпоксидной смолой либо несколькими слоями лака или водостойкой краски, которые наносят после пропитки материала олифой.

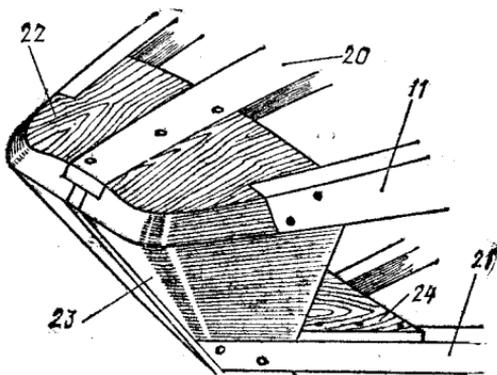


Рис. 273. Конструкция носовой оконечности.

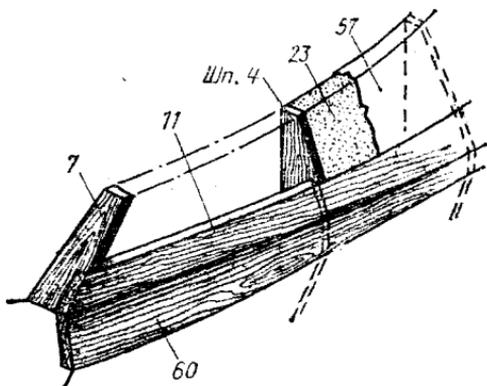


Рис. 274. Конструкция комингсов в кормовой оконечности.

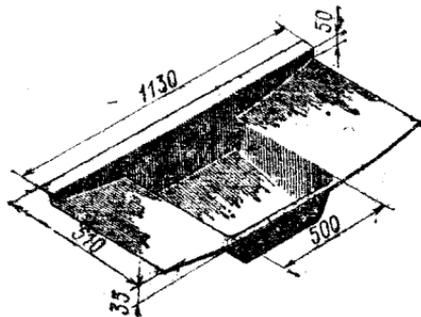


Рис. 275. Цельноформованная подмоторная ниша из стеклопластика.

В качестве оформителя комингсов кокпита с успехом может быть применен легкий пенопласт, тем более, что определенное количество этого материала (около 80 дм³) требуется надежно закрепить в корпусе для обеспечения непотопляемости лодки в аварийных случаях. Плиты пенопласта обрабатываются по поперечным сечениям в промежутках между шпангоутами, устанавливаются на место и оклеиваются двумя слоями стеклоткани (рис. 274). Конструкция в этом случае получается легче, чем из фанеры с последующей оклейкой. Для крепления лобового стекла в пенопластовые комингсы нужно вклеить деревянные рейки.

Дополнительный днищевой шпангоут 29 (см. сечение Д-Д на рис. 271) и пенопластовый флор 28 вклеивают в корпус после его снятия со стапеля. В бимсы врезается мидельвейс, затем носовая часть закрывается палубой из стеклотекстолита или 4-миллиметровой фанеры. Для крепления нижней кромки лобового стекла поверх комингсов между шп. 3 и 2 ставится лекальная доска 32, внутренняя кромка которой повторяет изгиб стекла. К бимсу шп. 2 при помощи книц с наклоном 56° к вертикали крепится доска пульты 33. На «Саргане» штурвал лучше расположить на правом борту: вследствие малого веса и значительной килеватости лодки с одним водителем на ходу она непременно будет получать крен на левый борт (из отечественных подвесных моторов только «Привет» имеет винт правого вращения). Расположение водителя справа устранил этот крен и соответственно повысит устойчивость лодки на курсе.

Подмоторную нишу целесообразно изготовить цельноформованной из стеклопластика (рис. 275). Матрицу для ее формирования легко можно сделать из листа фанеры и пенопласта, из которого набирается выступающая часть формы для образования углубления. Готовая ниша вкладывается между внутренними комингсами; ее горизонтальные кромки опираются на рейки, приклеенные к комингсам, на бимс шп. 4 и на верхнюю кромку транца. К комингсам ниша прикрепляется при помощи приформовочных полос стеклоткани («мокрых угольников»), к бимсу — прижимается дюраlevым угольником, а к транцу — дубовой или металлической раскладкой.

При различных приформовках и приклеивании деталей к стеклопластику необходимо тщательно зачищать его поверхность при помощи шкурки; полосы стеклоткани надо укладывать с таким расчетом, чтобы верхние слои перекрывали по ширине нижние, по крайней мере, на 10—15 мм.

Для того чтобы лобовое стекло получилось красивым и минимум дефицитного оргстекла ушел в отходы, для его разметки и гнутья желательно изготовить шаблон из толстого картона и пары угольников. Один из угольников изгибают по палубе, второй служит шаблоном верхней кромки стекла. Поставив оба угольника на место, их соединяют двумя-тремя стойками из таких же угольников. Теперь можно наложить лист картона и, обчертив его по кромкам шаблона, получить контуры будущего стекла. Если не удастся достать цельного ку-

ска оргстекла, его можно согнуть из трех частей, предусмотрев их соединение на двух стойках из нержавеющей стали. Желательно, чтобы стекло было толщиной 7—8 мм, так как более тонкое быстро трескается, а толстое — окажется слишком тяжелым. По верхней кромке стекла ставится обрамление из алюминиевых полос, по палубе — такой же угольник. Если эти металлические детали отполировать, они придадут лодке нарядный вид.

От ударов о причал и другие лодки борта «Саргана» можно защитить поломой из легкого сплава, согнутой в поперечном сечении под углом соответственно обводам борта. Можно также поставить и обычный дубовый бортник.

Спинки сиденья лучше сделать отдельными и съемными для удобства прохода к мотору. Штурвал нужен уменьшенного диаметра — не больше 320—350 мм (сделать его можно, набрав из обрезков фанеры). Под сиденьем водителя и пассажира образуется рундучок для хранения непромокаемой одежды или палатки; еще немного места есть под носовой палубой (сюда можно уложить спальный мешок) и под рецессом, а также в кокпите за сиденьем.

Проект 6. Пластмассовый тримаран „СКАТ“

Основные данные	
Длина наибольшая	3,60 м
Ширина:	
наибольшая	1,45 м
по скуле у транца	1,14 м
Высота борта на миделе	0,59 м
Масса оборудованной лодки	105 кг
Пассажировместимость	4 чел.
Максимальная допустимая мощность подвесного мотора	18,4 кВт (25 л. с.)
Скорость с подвесным мотором «Нептун-23»:	
максимальная	42 км/ч
с полной нагрузкой	35 км/ч

Прогулочная и рыболовная мотолодка «Скат» (рис. 276) имеет обводы типа тримаран, отличающиеся от корпусов традиционного типа тем, что по бортам основного корпуса имеются боковые корпуса — спонсоны небольшого объема; очертания палубы в плане близки к прямоугольнику. Назначение спонсонов — повысить остойчивость лодки на ходу и на стоянке, избавить ее от рыскливости при ходе на попутном волнении. Спонсоны обычно выполняют таким обра-

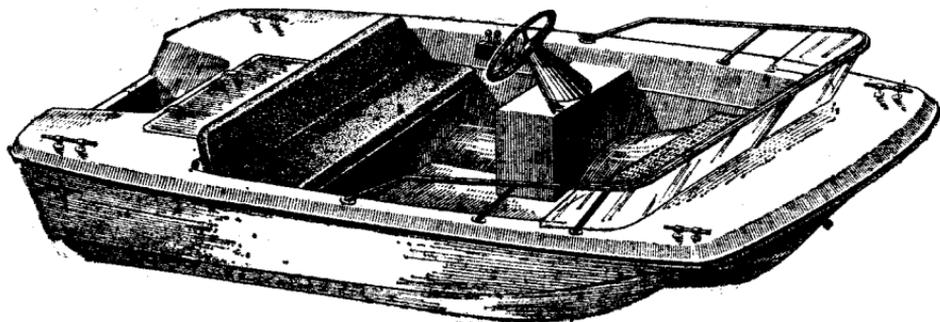


Рис. 276. Тримаран «Скат»

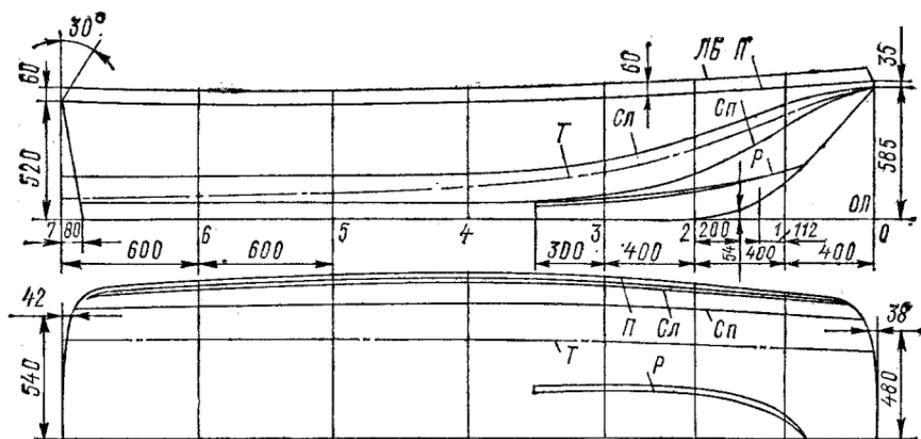
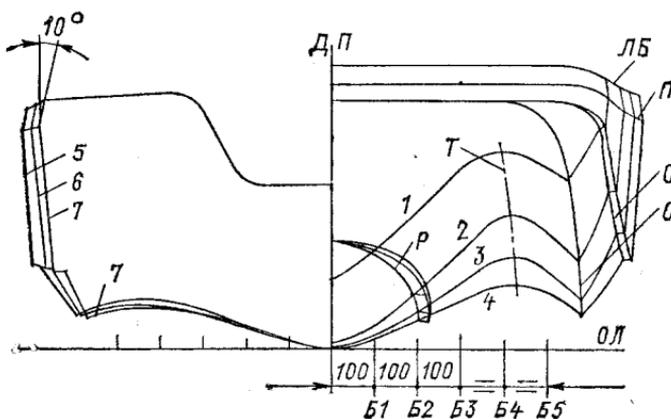


Рис. 277. Теоретический чертеж тримарана.



вом, чтобы на стоянке они были погружены примерно на половину осадки основного корпуса, и на ходу большая их часть поднималась бы над поверхностью воды. В случае крена на тот или иной борт в воду входит значительный объем спонсона, возникающая на нем дополнительная сила поддержания создает восстанавливающий момент. При крене на ходу к статической восстанавливающей силе добавляются еще гидродинамические силы, возникающие на наклонной поверхности входящего в воду спонсона, как на обычной глсссирующей пластине, расположенной под некоторым углом атаки к набегающему потоку воды.

Благодаря почти прямоугольной конфигурации корпуса в плаве на тримаранах или, как их еще иногда называют — трехкилевых судах, конструктор может разместить необходимое оборудование и пассажиров при меньших размерах лодки, чем в случае корпуса традиционных обводов. А это помимо экономии материала и трудоемкости постройки дает определенный выигрыш и в скорости хода.

«Скат» обладает всеми достоинствами, присущими трехкилевым глсссирующим корпусам. При сравнительно малых — «экономичных» — размерах лодка вместительна и устойчива, хорошо держится на волне высотой до 0,7 м. Она непотопляема благодаря пенопласту, содержащемуся в конструкции корпуса; в аварийном состоянии «Скат» поддерживает на плаву всех четырех своих пассажиров. Для безопасного использования на сравнительно большой волне, особенно на малой скорости (или в случае выхода из строя двигателя), когда судно не имеет обычного ходового дифферента на корму и нос опускается вниз, кокпит защищен от заливания волнорезом, изготовляемым из оргстекла и надежно

прикрепляемым к жесткому трубчатому ограждению — релингу. С кормы корпус имеет самоотливную нишу для подвешенного мотора и закрыт кормовой палубой. Для получения оптимальной центровки при неполной нагрузке (один-два человека) сиденье рулевого смещено в нос; за его спинкой оборудуется отсек для размещения запасов бензина, инструмента и предметов снабжения.

Предлагаемая планировка оставляет свободной большую часть кокпита, но не исключен вариант и с традиционным размещением водителя впереди — сразу за высоким ветровым стеклом; однако при этом при плавании в одиночку (или даже вдвоем) скорость лодки несколько снизится вследствие уменьшения дифферента.

Обводы днища выполнены выпукло-килеватыми по аналогии с получившими широкую известность лодками типа «Бостонский китобой» (рис. 277 табл. 29). Опыт эксплуатации подобных судов показал, что несмотря на малую

Т а б л и ц а 29. Таблица плазовых ординат мотолодки «Скат»

Линия чертежа	Номер шпангоута						
	1	2	3	4	5	6	7
Полушироты от ДП, мм							
Буртик — П	646	686	710	725	715	689	650
Слом борта — Сл	630	650	665	685	685	660	630
Тоннель — Т	400	415	425	430	430	430	430
Киль спонсона — Сп	549	570	585	592	586	580	570
Редан — Р	85	192	210	—	—	—	—
Высоты от ОЛ, мм							
П	586	559	539	520	508	510	520
Сл	510	365	266	200	192	189	189
Сп	404	200	110	75	75	75	75
Т	460	311	212	147	116	105	95
Р	225	136	94	—	—	—	—
Форштевень	160	8	0	—	—	—	—
Батокс — Б1	241	66	32	24	18	16	14
Б2	334	140	88	70	56	52	48
Б3	425	232	142	117	90	85	80
Б4	460	307	209	145	113	104	94
Б5	433	296	183	116	109	99	90

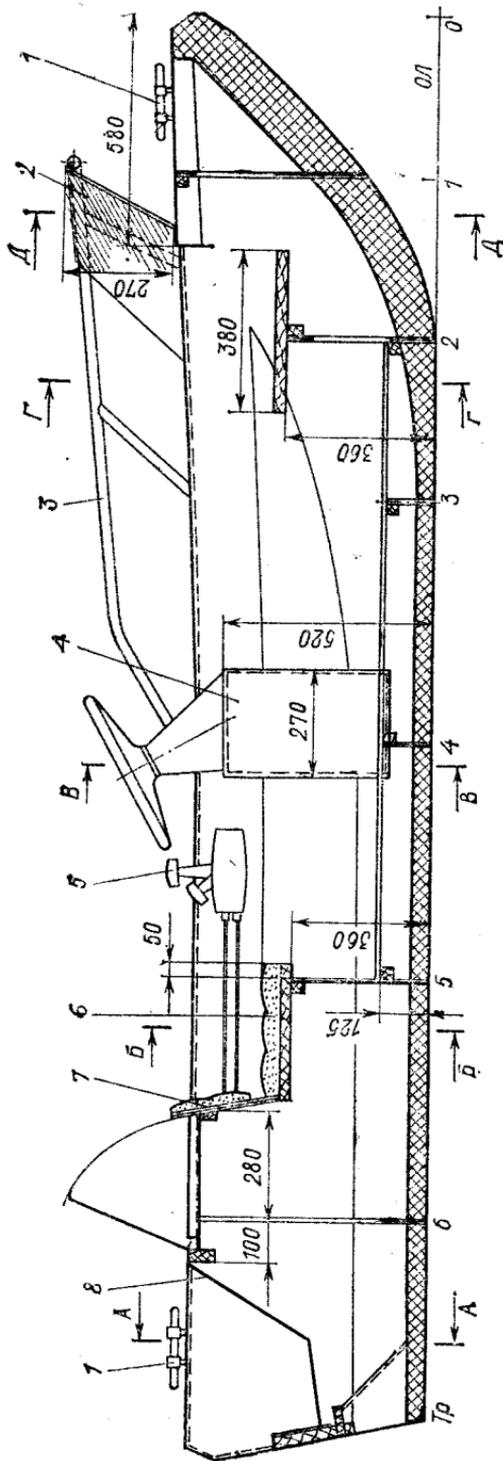
килеватость днища в кормовой части, ударные перегрузки при ходе на волнении на них сравнительно невелики, и в то же время отсутствует обычная для лодок с «глубоким V» валкость на стоянке: на тот же «Скат» можно будет влезать прямо через борт, не опасаясь опрокинуть или залить лодку. Кроме того, лодки с такими обводами обладают лучшей приемистостью и способностью сохранять скорость при увеличении нагрузки.

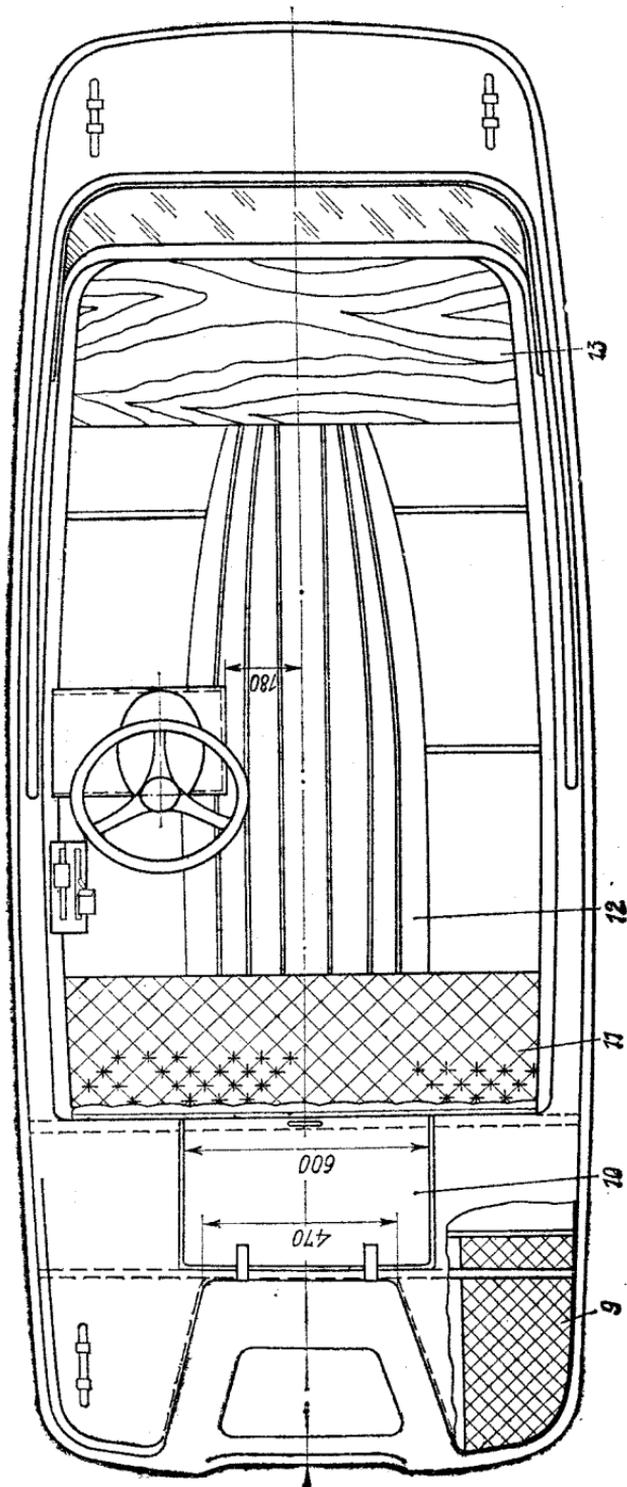
Так же, как и конструкция корпуса мотолодки «Сарган», конструкция «Ската» (рис. 278) рассчитана на индивидуальную постройку по упрощенной технологии: образующие при затвердевании стеклопластиковую обшивку слои стеклоткани вместе со связующим укладываются на корпус, выклеенный из плиты пенопласта или же обшитый оформителями из тонкого листового материала (фанеры, водостойкого картона или оргалита). Благодаря тому, что пенопласт обрабатывается легко, можно воспроизвести довольно сложные выпукло-вогнутые обводы днища без изготовления дополнительной оснастки — матрицы или пуансона.

Не исключена, однако, возможность, что несколько любителей объединят усилия и решат строить одинаковые лодки по традиционной и характерной для

Рис. 278. Схема общего расположения и конструкции корпуса.

1 — швартовая утка; 2 — стекло-брызгоотбойник, $\delta = 5 \div 8$; 3 — релинг из трубы 22×2 , легкий сплав или латунь; 4 — пульт управления, фанера $\delta = 4 \div 6$; 5 — коробка ДУ газа и реверса подвесного мотора; 6 — кормовая банка $25 \times 380 \times 1400$, сосна; 7 — спинка, $6 \times 350 \times 1250$, фанера; 8 — ниша подвесного мотора, стеклопластик $\delta = 3$; 9 — кормовой блок пенопласта; 10 — крышка багажника, стеклопластик $\delta = 2,5$; 11 — мягкая подушка, поролон $\delta = 40$ в чехле из жестиновита; 12 — пайол из планок 12×80 или из фанеры $\delta = 6 \div 8$; 13 — носовая банка, $25 \times 380 \times 1400$; 14 — «мокрый» угольник (4–6 слоев стеклоткани на эпоксидном связующем); перекрой $40\text{--}60$ мм; 15 — подкладка под струбцины мотора, фанера $\delta = 8 \div 12$; 16 — под моторная доска, $22 \times 220 \times 550$; 17 — транец, стеклотекстолит, обклеенный снаружи стеклотканью до общей толщины 4 мм; 18 — киль, 25×25 ; 19 — ребро транца $22 \times 150 \times 1050$, сосна; 20 — обкладка старинки, 4 слоя стеклоткани; 21 — заполнитель старинки, твердый пенопласт $\delta = 40$; 22 — оформитель борта, пенопласт; 23 — обкладка борта, 4 слоя стеклоткани; 24 — шп. 5, фанера; 25 — рейка 20×20 ; 26 — обкладка пенопласта стеклотканью; 27 — бруски из пенопласта; 28 — шп. 1, фанера; 29 — рейка 20×20 ; 30 — шп. 4, фанера; 31 — обкладка корпуса снаружи; 32 — киль спонсона, склеить из двух реек 12×25 ; 33 — полоса из стеклотекстолита; $\delta = 1,5 \div 2$; 34 — рейка 15×15 ; 35 — рейка по линии слома борта, 20×20 ; 36 — стеклотекстоловая обшивка борта, $\delta = 1,5 \div 2$; 37 — привальный брус 20×20 ; 38 — шп. 2, фанера; 39 — накладка продольного редана, пенопласт; 40 — буртик, легкий сплав или латунь 2×25 , крепить шурупами к дет. 37.





серийного производства технологии — выклеивая их оболочки в матрице или на пуансоне. Тогда проще и дешевле воспользоваться технологией, подробно описанной во втором издании этой книги (Л.: Судостроение, 1975 г.; см. о постройке мини-яхты «Калан»).

Принципиально процесс постройки корпуса «Ската» мало отличается от обычной технологии изготовления лодки с фанерной обшивкой в положении вверх килем. Точно так же перед общей сборкой необходимо вычертить на плане в натуральную величину шпангоуты и форштвень, собрать узлы шпангоутов, заготовить рейки для продольного набора. Набор выставляется на стапеле. Борты, настил палубы, транец и наклонные участки скулы предварительно обшиваются листовым «оформителем», лучше всего — тонким стеклотекстолитом, который обладает хорошей адгезией с наклеиваемой стеклотканью.

Для получения обводов днища, образуемых криволинейными поверхностями, промежутки между шпангоутами закладываются пенопластовыми брусками; затем наружная поверхность слоя пенопласта обрабатывается — материал снимается вровень с кромками шпангоутов и продольного набора. Последующая оклейка корпуса снаружи несколькими слоями стеклоткани на эпоксидном связующем позволяет получить монолитную и прочную обшивку.

Разумеется, качество наружной поверхности будет несколько хуже, чем при формировании стеклопластикового корпуса в матрице, но при тщательной обработке пенопласта и последующей шпаклевке и полировке обшивки оно может быть таким же, как у деревянного корпуса.

Шпангоуты выпиливаются из фанеры толщиной 8—12 мм (рис. 279). Можно склеить заготовки из двух-трех слоев фанеры толщиной 4—6 мм, а верхние части шпангоутов для экономии сделать в виде накладок на нижние (см. вид «К» на сечениях корпуса). Если строителю не удастся достать водостойкую авиационную или бакелизованную фанеру, рекомендуется применять фанеру марки ФСФ или декоративную фанеру, у которой для приклеивания пенопласта придется считать декоративный слой. Клеить лучше тем же связующим, которое будет использоваться для формирования наружной обшивки из стеклопластика.

Форштвень вырезается из фанеры либо выклеивается из пакета тонких реек по шаблону-цулаге.

Стапель для сборки корпуса в положении вверх килем изготавливается из двух параллельно установленных на ребро 1,5-дюймовых досок. Полезно сразу же заготовить лекала, задающие очертания носа и кормы лодки в плане, и закрепить их вместе со шпангоутами на стапеле.

Рейки продольного набора крепятся к шпангоутам шурупами (при помощи угольников, согнутых из 2-миллиметровой стали) или просто 2-миллиметровой проволокой, пропускаемой в отверстия, просверленные в рейке и шпангоуте.

Бруски для заполнения шпаций на днище выпиливают из плит пенопласта (марки ПС-4) толщиной 60—120 мм. Годится и пенопласт других марок, если только он достаточно плотен для обычной обработки строганием и обладает малым удельным весом. (Следует учесть, что некоторые марки пенопластов растворяются стиролом, входящим в состав полиэфирной смолы, поэтому применяют клей или связующее на основе этой смолы нельзя). По длине бруски подгоняют таким образом, чтобы они входили в шпацию плотно и с небольшим натягом. Смазав соприкасающиеся боковые поверхности и оба торца клеем (лучше всего использовать эпоксидный клей или ВИАМ Б-3), бруски вкладывают в шпацию, обеспечивая плотное прилегание одного к другому. Чтобы они не смещались один относительно другого по вертикали, желательно крепить их деревянными шпонками диаметром 8—10 мм, вставляемыми в заранее просверленные отверстия в каждой паре соседних брусков.

Выпуклый транец с закруглением бортов, показанный на чертежах (рис. 280), наиболее полно соответствует общему архитектурному решению судна, но требует известных затрат труда на изготовление. Оформить кормовые углы корпуса помогают блоки пенопласта, которые обрабатываются по радиусу. Выпуклость стеклотекстолитовому транцу придается благодаря установке ребра 19, которое крепится заранее — при сборке узла вместе с подмоторной доской 16. Блоки пенопласта ставятся на стапель с помощью вспомогательных реек и закрепляются к продольному набору круглыми деревянными шпонками на клею. Дополнительно всю корму необходимо стянуть прочным шнуром. После

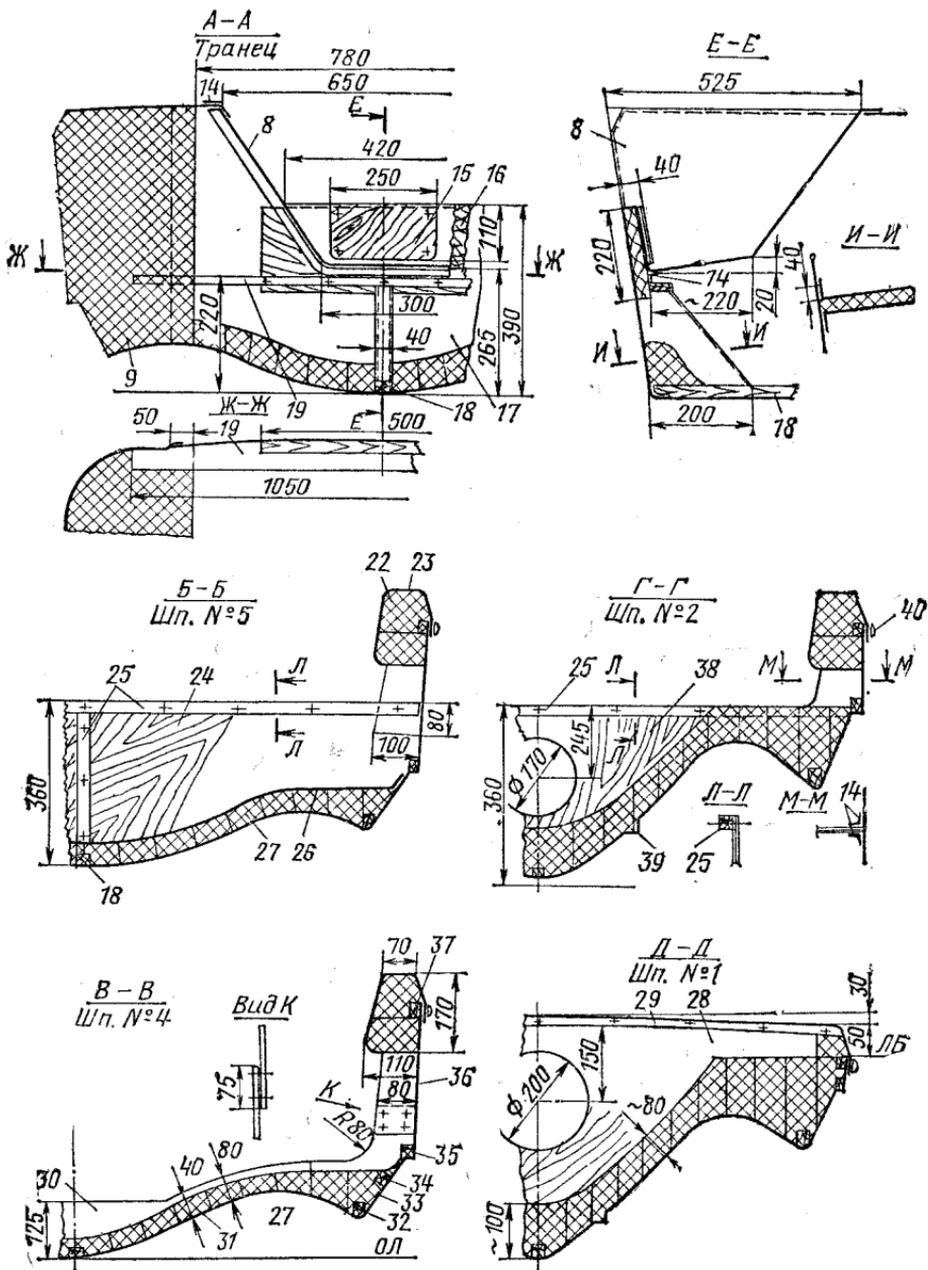


Рис. 279. Сечения по шпангоутам и транец.
Обозначения — см. схему общего расположения рис. 278.

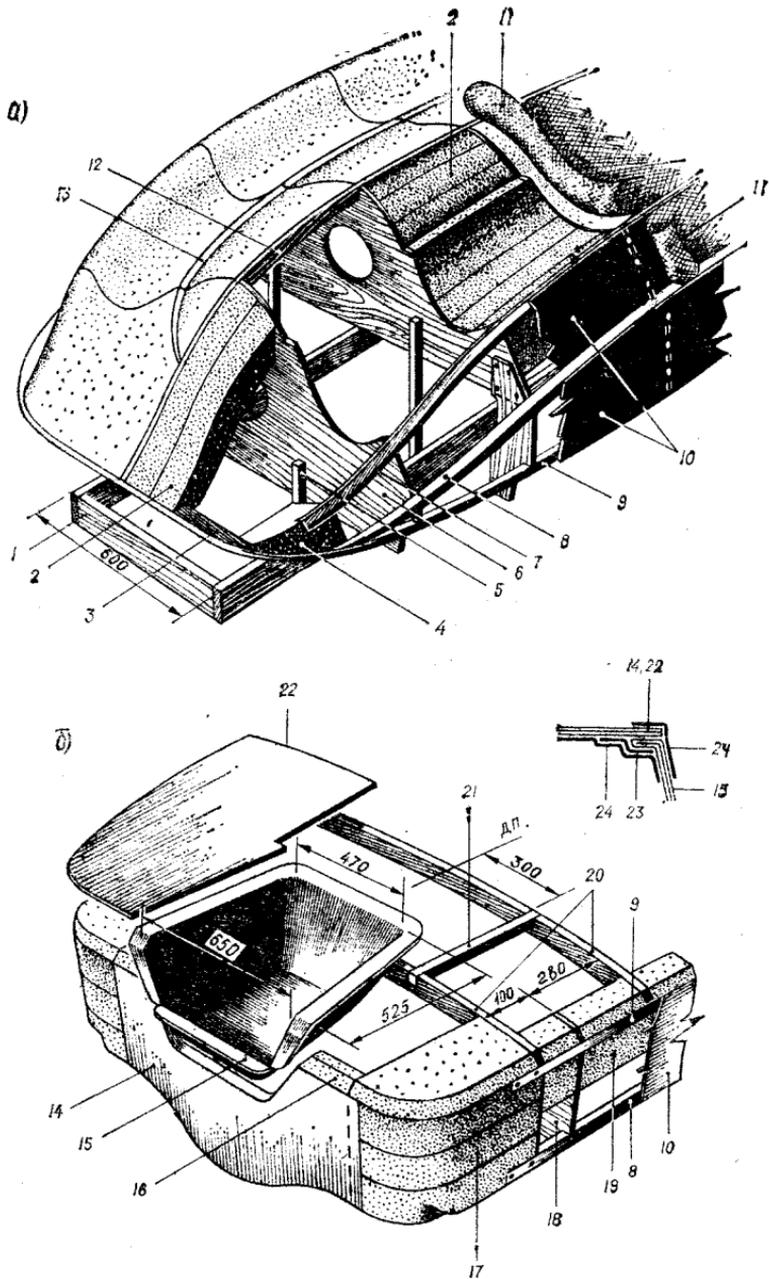


Рис. 280. Конструкция носовой (а) и кормовой (б) частей корпуса моторной лодки.

1 — сталец; 2 — бруски из пенопласта; 3 — палубный шаблон; 4 — носовой блок пенопласта; 5 — стойка крепления шпангоута к сталецу, 28 × 28; 6 — шп. 1; 7 — киль спонсона; 8 — рейка по линии слома; 9 — привальный брус; 10 — стеклотекстолит $\delta = 1,5 + 2$; 11 — стеклоткань; 12 — киль; 13 — накладной редан из пенопласта; 14 — транец из стеклотекстолита; 15 — подмоторная ниша, стеклопластик $\delta = 4$; 16 — пенопластовый оформитель; 17 — кормовой блок пенопласта; 18 — шп. 6; 19 — пенопластовый оформитель борта; 20 — бимс 22 × 75, сосна; 21 — ребро люка, 22 × 35, сосна; врезать в полдерева в бимсы; 22 — палубный настил, стеклотекстолит $\delta = 1,5 + 2$; 23 — «мокрый» угольник, полоса 100 мм; 24 — обклейка стеклотканью.

предварительной обработки блоков к ним приклеивается заготовка транца; концы ребра 19 врезаются в пенопласт.

При укладке пенопласта в корме следует подумать о креплении блоков штуртросов и их проводке. Вместо блоков можно использовать тонкую алюминиевую или медную трубку, изогнутую по большому радиусу, в которую проводится штуртрос в пределах пенопластового заполнителя 9. Выведя концы трубок в багажный отсек, проводку штуртроса далее можно вести обычным образом — по левому борту с применением самоустанавливающихся блоков.

После полимеризации клея и установки на место листовых оформителей борта и скулы, когда основа будущего корпуса приобретает достаточную жесткость, можно приступать к обработке пенопластовой наружной поверхности днища. Делать это можно рубанком, располагая его железку при строгании под углом 45° к направлению строжки. Многие любители грубую обработку делают специальным инструментом — «теркой»: слегка выпуклой пластиной из миллиметровой стали с грубо пробитыми в ней отверстиями. Необходимы также рашпили и грубая шкурка для доводки поверхности. Контроль обводов осуществляется непосредственно по кромкам набора.

Перед выклейкой наружной обшивки все текстолитовые поверхности нужно прошкурить для лучшей адгезии, очистить от пыли и жировых пятен; в носовой части надо заранее приклеить оформитель для продольного редана. Пенопластовые поверхности полезно предварительно — за пару часов до оклейки стеклотканью — покрыть тонким слоем связующего.

Для формования корпуса используется стеклоткань сатинового переплетения ГВС-11-9 (АСТТБ-С₂) или стеклотекстолит ССТЭ-6; можно применять и некоторые марки электроизоляционных тканей, если только они уже не пропитаны смолами. Подробно о выборе тканей, приготовлении связующего и технологии оклейки корпусов рассказано в главе 3.

Обычно требуется уложить четыре-пять слоев стеклоткани. По всем трем клям, учитывая повышенный износ выступающих кромок, рекомендуется проложить дополнительно пару слоев — узких лент стеклоткани. На транце необходимо уложить шесть-восемь слоев стеклоткани, причем на скруглении (в месте перехода бортов в транец) это количество должно удваиваться: ткань каждого слоя с борта перепускается на транец, а с транца — на борт.

Через сутки после оклейки корпус можно снимать со стапеля и, установив на кильблоки, приступать к внутренней обработке поверхности днища и оформлению палубы. В местах, где возможен износ пенопласта — в кокпите, кормовом багажнике (пенопласт не любит бензина!), его необходимо оклеть одним-двумя слоями стеклоткани.

По верхней кромке бортов приклеиваются бруски пенопласта, не только придающие бортам жесткость, но одновременно обеспечивающие остойчивость лодки в затопленном состоянии. Без этого запаса плавучести, расположенного наверху — по периметру борта, лодка может легко перевернуться, так как основной объем плавучести оказывается сосредоточенным на днище.

После обработки кромки борта в пенопласт врезают бимсы кормовой палубы, заготавливая листы палубного настила из стеклотекстолита или тонкой фанеры и устанавливая их на место на клею и шурупах. К транцу палубу приформовывают с помощью «мокрых» угольников — полос из стеклоткани шириной 80—100 мм, перекрывающих кромки обшивки транца и палубы. Пенопласт сверху оклеивают тремя слоями стеклоткани.

Ящик подмоторной ниши целесообразно формировать отдельно на пуансоне, который несложно изготовить из реек и отходов фанеры. Перед выклейкой ниши из пяти-шести слоев ткани пуансон нужно вставить в отверстие палубы в корме, чтобы убедиться в плотном прилегании всех фланцев будущего ящика к палубе и транцу. Эти фланцы впоследствии приклеивают к корпусу и обформовывают «мокрыми» угольниками.

После этого можно окончательно оклеть четырьмя слоями стеклоткани носовой и кормовой участки палубы, перепуская края стеклоткани на борта. Все поверхности с засохшей смолой и стеклотекстолит обязательно прошкуриваются.

Количество слоев стеклоткани строитель должен уточнить сам, исходя из ее толщины и толщины используемого стеклотекстолита (фанеры). Важно, чтобы

толщина стеклопластиковой обшивки на днище была не меньше 2,5—3 мм, а на бортах и палубе вместе с текстолитом — около 3 мм.

Напомним, что окраску корпуса можно выполнить на основе того же связующего, которое использовалось для оклейки, добавив в него пигмент соответствующего цвета. На бортах по кромке стеклоткани, спущенной с палубы, следует закрепить декоративную накладку из полированной алюминиевой или латунной полосы либо использовать какой-нибудь из подходящих пластиковых профилей.

Все фанерные детали внутри лодки покрывают жидким связующим или окрашивают. Особенно нуждаются в подобной защите от влаги открытые кромки фанерных шпангоутов, которые лучше всего оклеить узкой полоской стеклоткани.

Проект 7. Рыболовная мотолодка „Лещ“

Основные данные	
Длина наибольшая	4,30 м
Ширина:	
наибольшая	1,70 м
по скуле у транца	1,46 м
Высота борта на миделе	0,60 м
Масса корпуса	140 кг
Пассажировместимость	4 чел.
Рекомендуемая мощность подвесного мотора	15—22 кВт (20—30 л. с.)
Скорость максимальная с 25-сильным мотором	45—48 км/ч

В этом проекте (рис. 281) учтен ряд специфических требований, которые предъявляют рыболовы-спортсмены к глиссирующей лодке, предназначенной для любительского лова в озерах и водохранилищах.

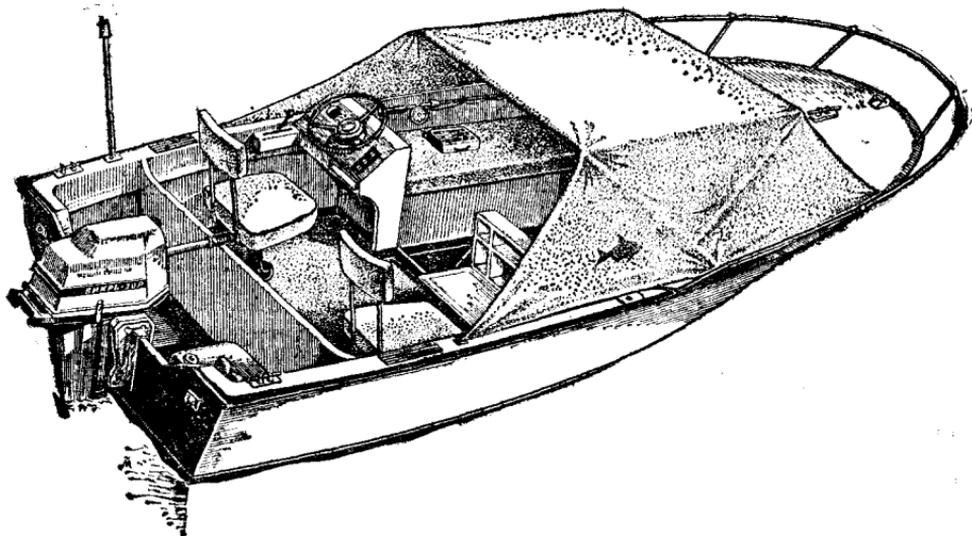


Рис. 281. Рыболовная мотолодка «Лещ».

Прежде всего, «Лещ» является достаточно устойчивой плавучей платформой, которая нужна рыбаку, особенно при использовании спиннинга. Именно с этой целью вместо ставших уже общепринятыми для мореходных глиссирующих лодок обводов корпуса с повышенной килеватостью днища применены умеренно-килеватые обводы. Ведь большую часть времени подобная лодка должна стоять на якоре, а корпуса «глубокое V» отличаются заметной валкостью на стоянке, слишком чутко реагируют на любое перемещение экипажа. Угол килеватости днища «Леща» составляет всего 12° на миделе и 7° у транца. Повышению устойчивости на стоянке способствует и большая площадь ватерлинии — своеобразная «опорная площадка», препятствующая крену судна при перемещении людей к борту, а также широкий обвод палубы в носу. Так что можно быть уверенным — если даже рыболов потеряет равновесие и случайно упадет на планширь, «Лещ» не перевернется.

Специфика использования рыболовных лодок — длительные стоянки на якоре — учтена в подъеме линии борта в носу и в большом развале бортов у форштевня. (Известны случаи, когда отличные на ходу мотородки, останавливаясь, бывали залиты с носа вкатившимся на палубу гребнем крутой волны из-за недостаточной плавучести носовой части). Но в судостроении, как, впрочем, и в других областях техники, ни одно положительное качество не достигается без ущерба для других. И в данном случае: «Лещ», обладая высокой устойчивостью и удовлетворительными ходовыми качествами на «гладкой» воде, будет не очень комфортабельным судном при ходе против волны высотой более 0,25 м. Его плоское и широкое днище испытывает удары (такие же, как, скажем, популярная дюралевая «МКМ»), поэтому, встречаясь с волной, водитель «Леща» должен неизбежно снижать скорость хода.

Особенностью обводов днища являются продольные реданы, выполненные как элемент конструкции корпуса (рис. 282; табл. 30). Как показывает опыт, такие «встроенные» в обшивку реданы при малой килеватости днища оказываются более эффективными, чем накладные. Ширина днища между реданами составляет 1,1 м; благодаря этому улучшаются ходовые качества и устойчивость глиссирования лодки при ее неполной загрузке.

Непростая задача совместить достаточную устойчивость (на рыбалке оба рыбака могут стоять в лодке одновременно) и удовлетворительные ходовые качества с одним мотором средней мощности 12—25 л. с. была главной при выборе основных размеров судна. «Лещ» на 0,3 м короче «Прогресса» при равной ширине; легче его примерно на 90 кг за счет отказа от палубы (и, разумеется, применения фанеры). Получить такие же качества на лодке меньших размеров можно было бы лишь при обводах типа тримаран, более сложных в постройке, а увеличение длины привело бы к усложнению конструкции и удорожанию постройки лодки (при принятой длине 4,3 м листы фанерной обшивки имеют только два стыка) и некоторому снижению скорости.

В проекте «Леща» учтено и такое требование рыболова, как обеспечение возможно более просторного кокпита. Здесь представлены два варианта планировки.

Один из них рассчитан на комбинированное использование судна — и для рыбной ловли, и для туристских путешествий либо прогулок (рис. 283). Пуль управления делит кокпит на две части. В корме расположены удобные сиденья, используемые при переходе к месту рыбалки (обычно при таких переходах в лодке находятся два человека). В носовой части оборудованы продольные банки-рундуки, в которых размещается походное снаряжение. Благодаря большой площади этих рундуков пассажиры могут выбрать наиболее удобное положение; можно здесь даже устроиться на ночь, растянувшись на подушках, ведь длина носового кокпита — 1,95 м.

На рыбалке каждый из двух рыболовов занимает свой отдельный кокпит; вдоль всей лодки остается свободный проход от носа до кормы. Ящик для пойманной рыбы может быть оборудован в носовом рундуке или в одном из бортовых сидений. Для этой цели придется использовать, например, водонепроницаемую ванну из оцинкованного железа. Сделав соответствующие вырезы в поперечных переборках рундуков на одном борту, в нем можно будет расположить длинномерные предметы снабжения (такие, как весла), удочки и т. п.

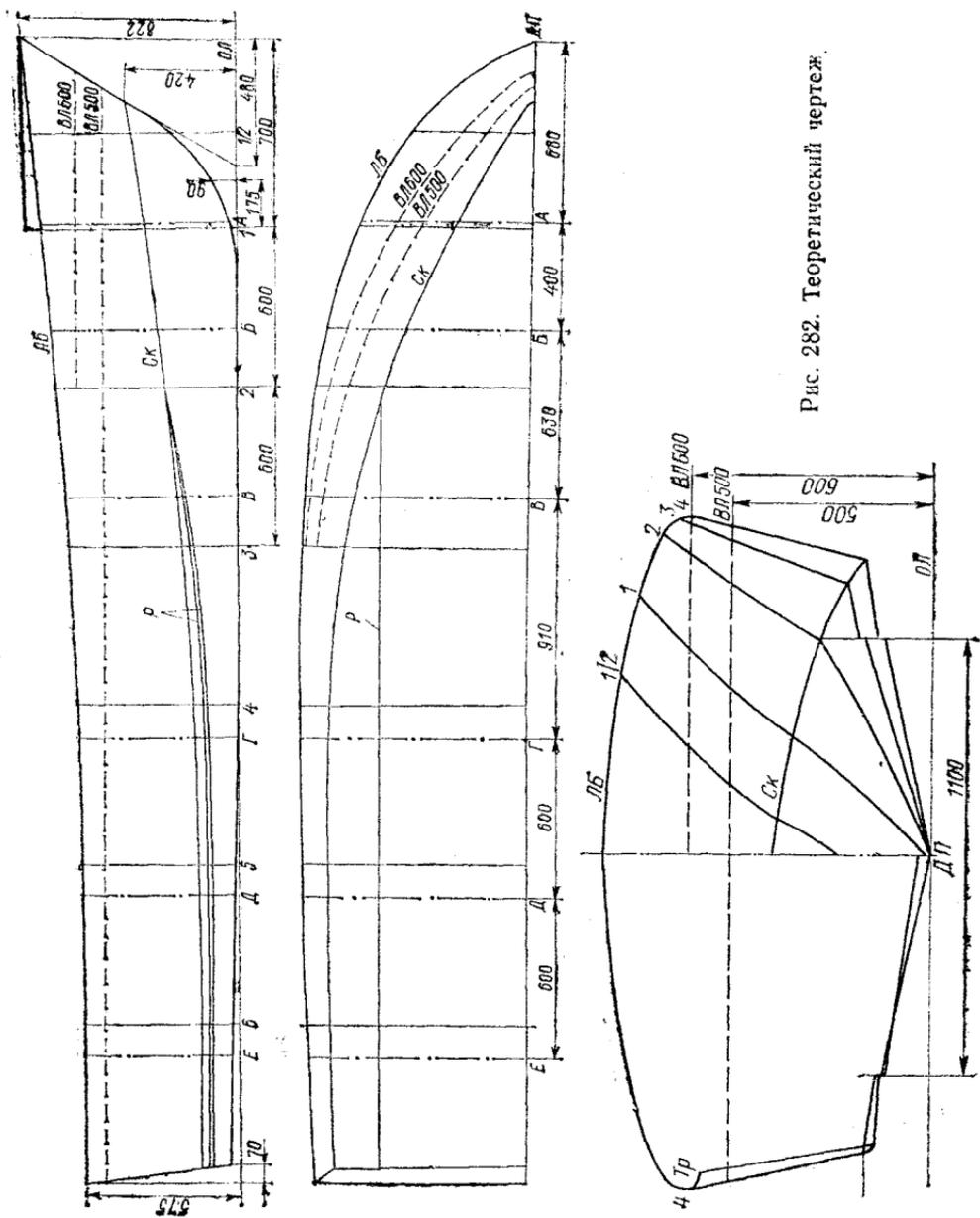


Рис. 282. Геометрический чертёж.

В носовом кокпите при необходимости можно поставить съемную поперечную банку для нормальной гребли распашными веслами. Для этого достаточно закрепить на продольных стенках рундуков гнезда из толстой фанеры или доски.

Чтобы уменьшить забрызгивание кокпита в ветреную погоду и сделать более комфортабельным ночлег, носовая часть лодки закрывается тентом обычной

Т а б л и ц а 30. Таблица плазовых ординат мотолодки «Лещ»

Линии теоретического чертежа	Исмера теоретических шпангоутов						
	½	1	2	3	4	5	6
	Полушироты от ДП						
Линия скулы — <i>Ск</i>	94	290	545	686	745	748	740
ВЛ 500	180	418	680	—	—	—	—
ВЛ 600	270	515	752	—	—	—	—
Линия борта — <i>ЛБ</i>	450	650	805	848	850	845	825
	Высоты от ОЛ						
Линия киля	245	20	0	0	2	10	22
» редана — <i>Р</i>	—	—	—	168/180	118/133	100/115	100/115
» скулы — <i>Ск</i>	400	348	275	210	150	150	140
» борта — <i>ЛБ</i>	778	740	683	635	605	585	575
Линии теоретического чертежа	Обозначения конструктивных шпангоутов						
	Гр.	А	Б	В	Г	Д	Е
	Полушироты от ДП						
Линия скулы — <i>Ск</i>	728	280	465	650	750	748	735
ВЛ 500	—	408	608	772	—	—	—
ВЛ 600	—	505	609	818	—	—	—
Линия борта — <i>ЛБ</i>	795	642	766	840	850	838	820
	Высоты от ОЛ						
Линия киля	35	24	0	0	4	11	25
» редана — <i>Р</i>	100/115	—	—	198/210	115/130	100/115	100/115
» скулы — <i>Ск</i>	142	350	298	230	165	148	140
» борта — <i>ЛБ</i>	580	740	700	650	600	580	575
Примечания: 1. Высоты транца даны с учетом его наклона. 2. Стрелки погниб днищевых ветвей шп. 1 и 2—10 мм.							

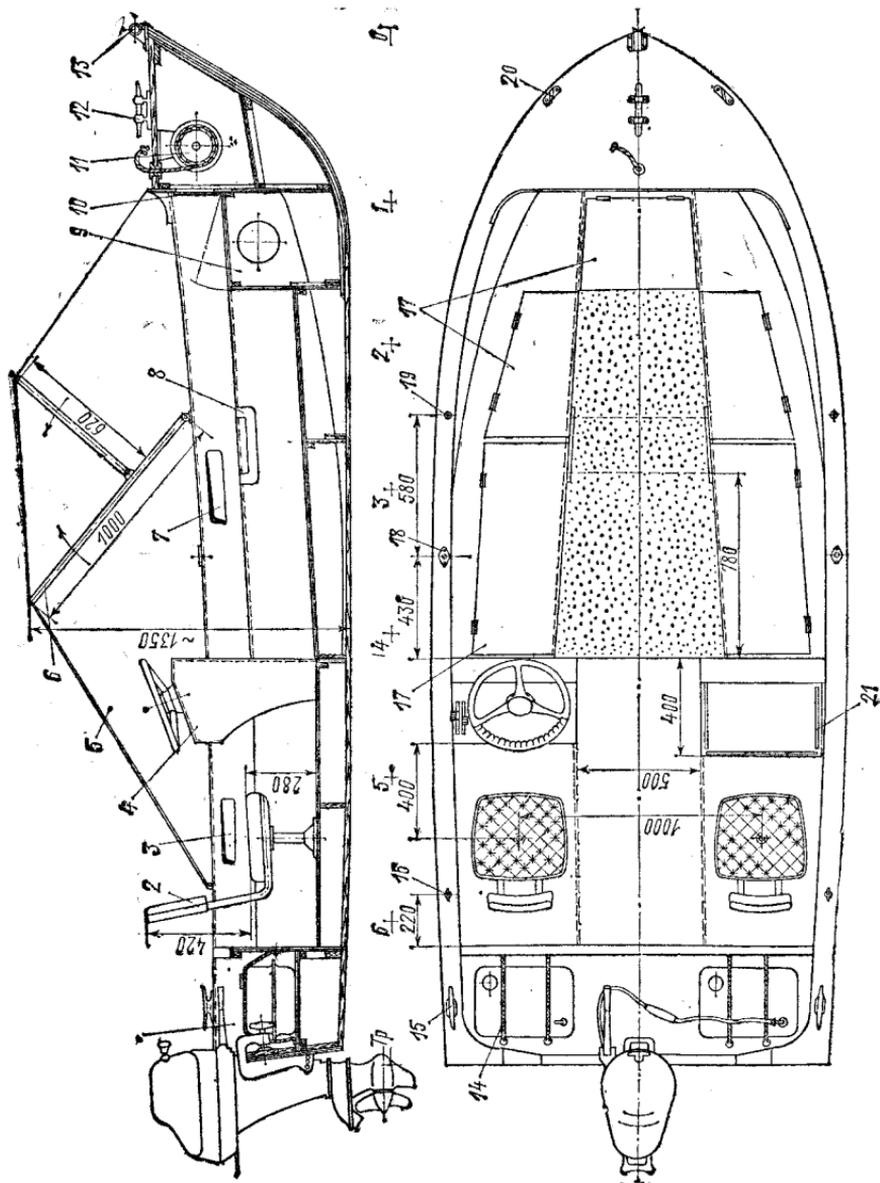
конструкции. В данном случае дуги целесообразно откидывать к носу: тогда тент и в сложенном виде будет препятствовать попаданию брызг в лодку.

Расположение водителя и второго пассажира в корме целесообразно для получения оптимальной центровки порожней лодки. На правом борту симметрично пульту управления можно оборудовать небольшой шкафчик с откидным столиком.

Запасы горючего в двух стандартных топливных бачках удобно размещаются в подмоторной нише за переборкой, отделяющей ее от остального трюма. Бачки рекомендуется надежно закреплять при помощи резиновых амортизационных шнуров или ремней с тем, чтобы они не болтались при ходе на волнении и не могли выскочить из ниши при сильном ударе о волну.

Рис. 283. Общее расположение прогулочно-рыболовного варианта моторной лодки.

1 — подмоторная ниша — помещение для топливных баков; 2 — сиденье водителя; 3 — ниша для мелких предметов; 4 — пульт управления; 5 — тент; 6 — дуга тента; труба 22 X 2; 7 — ниша для мелких предметов; 8 — гнездо для гребной банки; 9 — носовой (якорный) рундук; 10 — крышка форлюка; 11 — выюшка для якорно-швартового каната; 12 — швартовная утка; 13 — роульс для якорного каната; 14 — амортизационный шнур крепления беззубков; 15 — кормовая утка; 16 — обшук для крепления тента; 17 — крышки бортовых рундуков; 18 — подключина; 19 — обшук для крепления дуги тента; 20 — киловая планка; 21 — откидной столик.



Форпик используется для размещения выюшки — большой катушки, на которую наворачивается якорно-швартовый канат. Нетрудно сделать выюшку с автоматическим убиранем каната. Для этого, например, можно использовать толстый резиновый шнур, как показано на рис. 284. При вытаскивании каната из форпика резиновые шнуры будут закручиваться, а когда натяжение каната ослабнет, шнуры, раскручиваясь, приведут во вращение выюшку, на которую вновь навяжется канат.

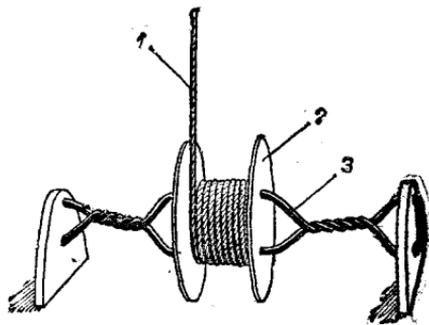


Рис. 284. Схема устройства «автоматической» якорно-швартовой выюшки.

1 — канат; 2 — выюшка; 3 — резиновый жгут.

Непотопляемость «Леща» обеспечивается пенопластом, закрепляемым на бортах под планширем. Общий объем пенопласта — 100 дм³, так что лодка остается на плаву, даже если ее полностью зальет водой. Важно еще и то, что в аварийных случаях расположенный высоко по бортам пенопласт позволяет сохранить остойчивость, поэтому пассажиры могут спокойно оставаться в залитом «Леще» и подгребать к берегу.

Второй предлагаемый вариант общего расположения лодки можно назвать «чисто рыболовным» (рис. 285). Носовая часть кокпита полностью освобождена от банок и рундуков; для удобства рыбной ловли уровень пайолов здесь повышен и оборудована водонепроницаемая платформа, на которой устанавливается вращающееся кресло с подлокотниками.

Подвесной мотор ставится в колодце. Такое расположение мотора представляется и более удобным, и более надежным: при стоянке на якорю меньше шансов, что двигатель зальет волной; рыболовные снасти не цепляются за выступающие части; при необходимости оставить лодку на неохраняемой стоянке колодец можно накрыть сверху капотом и запереть на замок; удобнее выполнять на плаву мелкий ремонт мотора. Для возможности откидывания мотора и удобства смены шпонок гребного винта в транце лодки необходимо сделать вырез шириной 180 и высотой 400 мм. Канистры с горючим при этом варианте планировки хранятся в отсеках сбоку от моторного колодца.

Уровень рыболовной платформы в носу — выше ватерлинии, поэтому рекомендуется сделать один или два сливных шпигата из трубок диаметром 25—30 мм, выведенных через транец. Внутренние концы трубок надо снабдить резиновыми пробками, закрепленными на цепочках. Еще лучше на наружные концы трубок надеть простейшие лепестковые клапаны, сделанные, например, по типу дыхательного клапана противогаса. В платформе должны быть оборудованы лючки с герметичными крышками для осмотра трюма и удаления попавшей туда воды; по периметру узел притыкания настила к борту герметизируется оклеиванием полосой стеклоткани на эпоксидном связующем.

В носу под платформой можно оборудовать живорыбный садок, если поставить водонепроницаемую переборку, отделяющую этот отсек от трюма, и проделать ряд отверстий в обшивке днища, обеспечивающих циркуляцию забортной воды. Несложно сделать простейшие задвижки, закрывающие эти отверстия на ходу лодки. (Разумеется, рыбный ящик может быть сделан и вкладываемым в этот отсек).

Для размещения снаряжения в «рыболовном» варианте «Леща» предусмотрен кормовой рундук, служащий сиденьем для водителя и его напарника. Дополнительно рекомендуется закрепить по бортам (под планширем) крючки для крепления рюкзаков, весел и удочек. При необходимости кокпит в носу может быть закрыт таким же тентом, как и в прогулочном варианте, а платформа — служить широкой лежанкой при ночлеге. Еще одна полезная рекомендация, которая, кстати, за рубежом является обязательной для лодок с подобной повышенной платформой. Носовую часть кокпита желательно оградить жестким леером, согнутым из дюралевого трубы диаметром 22—25 мм. Высота этого ограждения должна составлять около 250 мм.

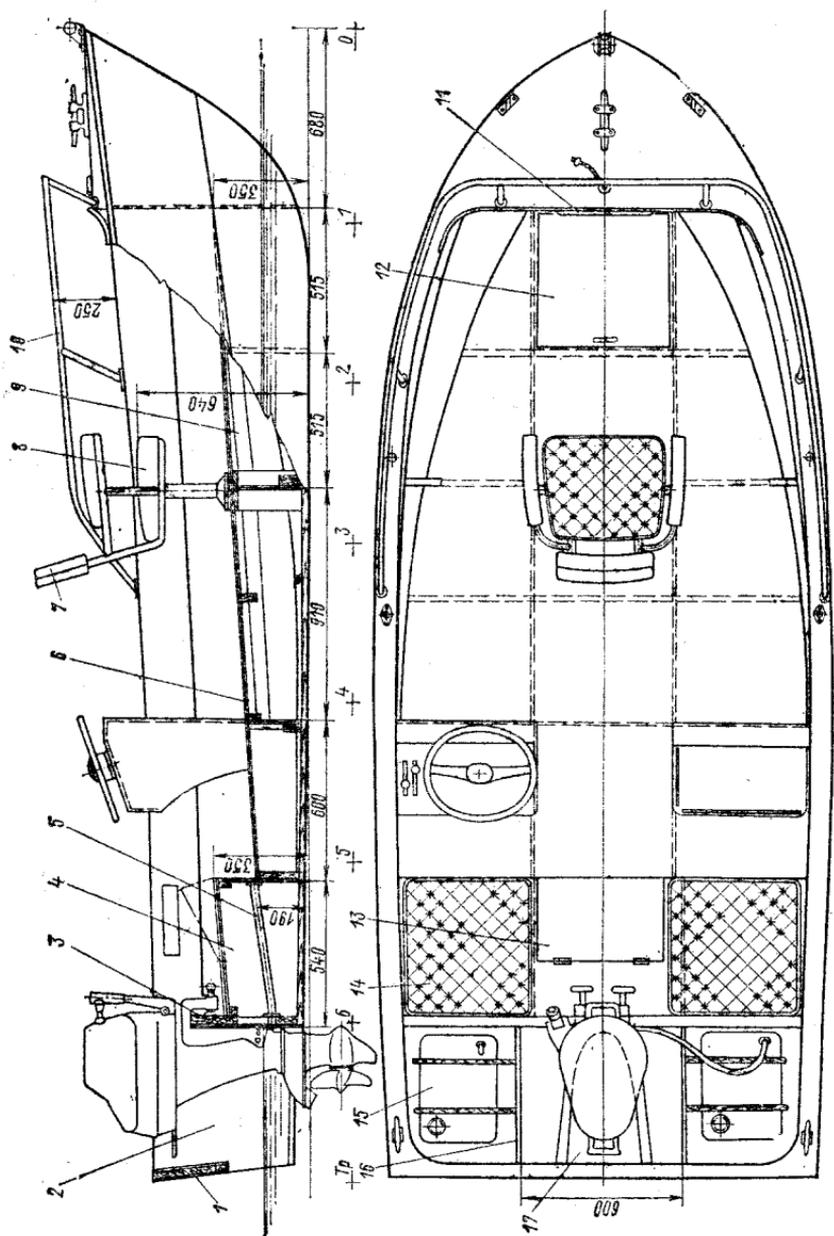


Рис. 285. Устройство рыболовного варианта лодки.

1 — транец с вырезом для «ноги» подвесного мотора; 2 — колодец подвесного мотора; 3 — транец для навешивания мотора; 4 — кормовой рундук; 5 — сливной шпигат, 2 шт. Ø 25 мм; 6 — водонепроницаемый пафол, Ø = 3; 7 — съемная сливная банка; 8 — вращающееся кресло с подлокотниками; 9 — днищевой стрингер, Ø = 5; 10 — поручень из дюралевой трубы 22 X 2; 11 — крышка форлюка; 12 — вращающийся сидок («прорезь»); 13 — крышка рундука; 14 — поролоновая подушка; 15 — отсеки для каннстр с топливом; 16 — продольные стенки колодца; 17 — сарая в днище для «ноги» подвесного мотора.

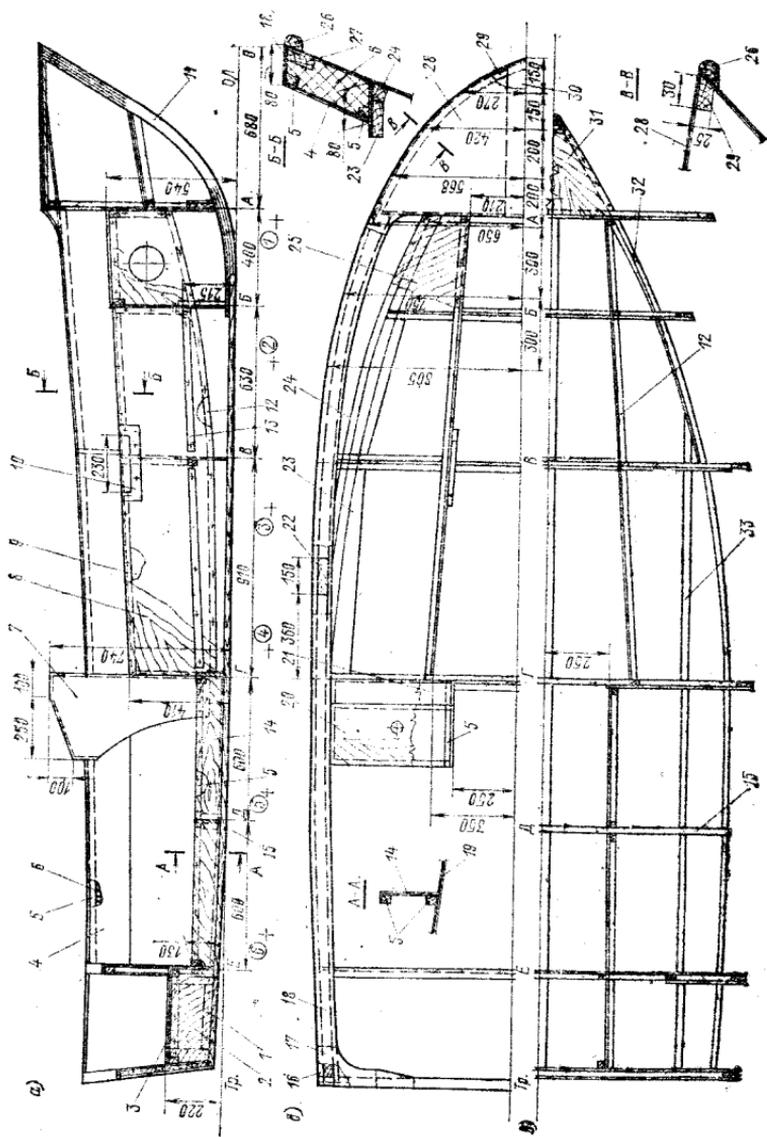


Рис. 286. Конструктивный продольный разрез корпуса (а), вид сверху на набор (б) и на набор днища (в)

1 — киль, 25 × 75; 2 — кница δ = 5; 2 шт.; 3 — дно речеса δ = 5; 4 — комингс кокпита, 3 × 190; 5 — рейка 20 × 20; 6 — заполнитель, пенопласт ПС-4, ПСВ; 7 — боковая стенка пульта, 5 × 350 × 650; 8 — стенка рундука; 4 × 360 × 1950; 9 — рейка 20 × 30; 10 — гнездо для гребной банки, фанера δ = 12; 11 — форштевень, 40 × 50; склеить из 5 реек 8 × 60; 12 — рейка 25 × 25; 13 — опорная рейка палюла, 25 × 25; 14 — диванной стрингер, 4 × 120 × 600; 15 — флор шп. 24; 16 — сухарь 20 × 40 × 450; 17 — кница, δ = 5; 18 — планширь, 5 × 80; 19 — обшивка днища, δ = 5; 20 — панель пульта, 10 × 280 × 520; 21 — доска 20 × 120 × 520; 22 — сухарь — подкрепление подключины, 20 × 40; 23 — доска 12 × 100; прикрепить по палке 24; 24 — опорная рейка продольных сидений, 25 × 25; склеить из двух реек 12 × 25; 25 — настил рундука, δ = 4; 26 — буртик γ = 15, дуб, ясень; 27 — привальный брус 20 × 30; 28 — настил палубы, δ = 4; 29 — привальный брус, в носовой части — 25 × 30; выпилить из широкой доски или склеить по шаблону из нескольких реек; 30 — доска 18 × 120; 31 — брейштук стрингеров, δ = 4; 32 — скуловой стрингер, 25 × 30; 33 — диванной стрингер, 20 × 30.

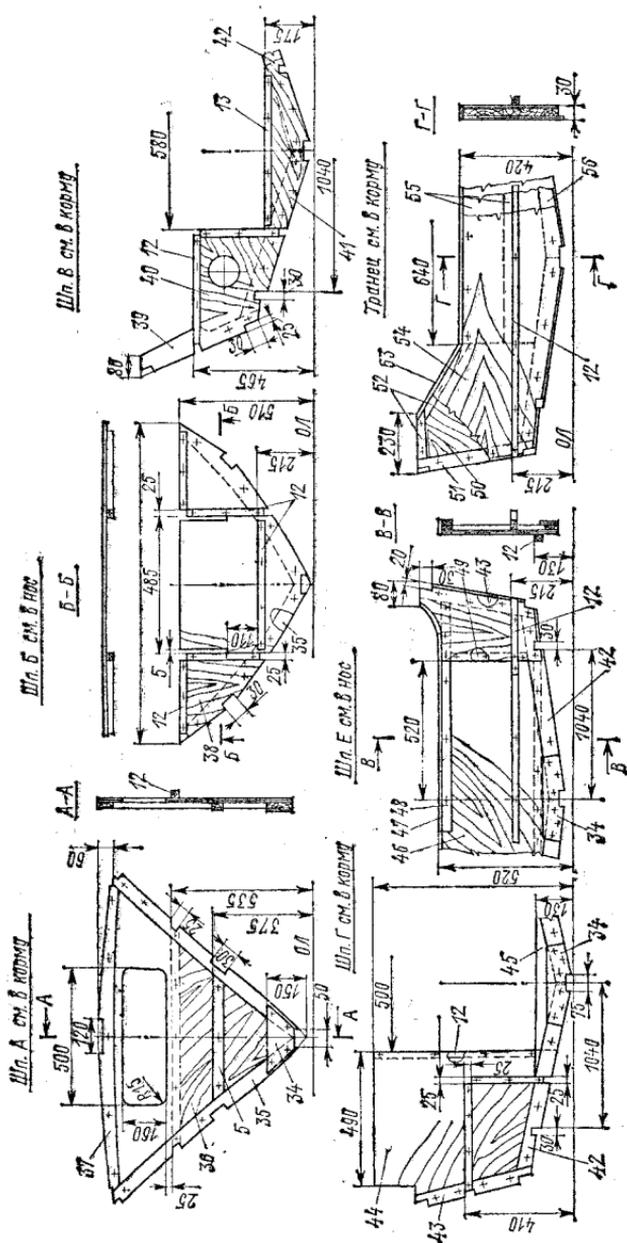


Рис. 287. Конструктивные шпангоуты.

Поз. 1—33—см. конструктивный продольный разрез. 34—флор, $\delta = 4$; 35—шпангоуты А и Б, 16×50 ; 36—переборка, $\delta = 4$; 37—бимс шп. А, 16×50 ; 38—переборка шп. Б, $\delta = 4$; 39—толтимберс шп. В, $16 \times 100 \times 500$; 40—переборка на шп. В, $\delta = 4$; 41—флор шп. В, $4 \times 160 \times 300$; 42—флортимберс шп. Б, Г и Е, $16 \times 70 \times 780$; 43—толтимберс шп. Г и Е, $16 \times 60 \times 480$; 44—переборка пульты, $4 \times 560 \times 700$; 45—опорная рейка пайола, 20×30 ; 46—переборка рецесса, $4 \times 480 \times 1600$; 47—планка $6 \times 22 \times 1300$; 48—рейка 16×30 ; 49—стойка 16×25 ; 50—трехней, $\delta = 6$; 51—толтимберс транца, $20 \times 60 \times 450$; 52—рейка 20×30 ; 53—накладка 8×30 , дуб, ясень; 54—внутренняя зашивка транца $\delta = 4$; 55—доска $20 \times 160 \times 640$; 2 шт.; 56—флортимберс транца, 20×60 .

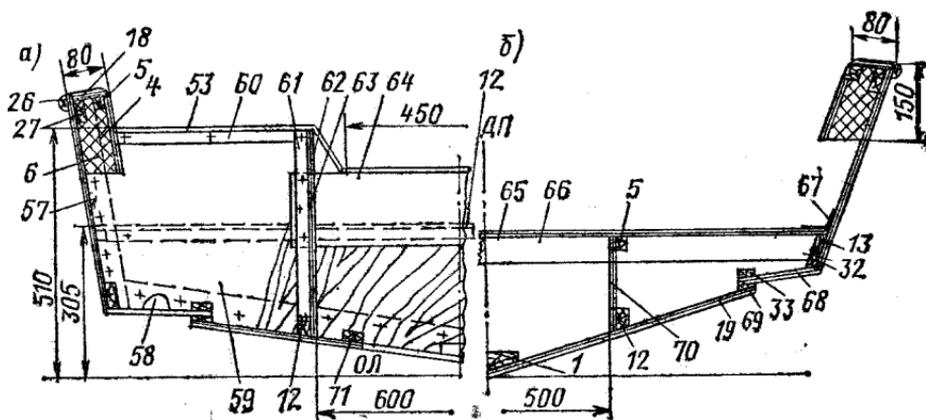


Рис. 288. Поперечные сечения варианта рыболовной лодки: а — сечение по колодцу подвесного мотора, см. в нос; б — сечение по шп. 3.

Поз. 1—56 — см. конструктивные чертежи корпуса первого варианта. 57 — топлитимбер моторной переборки, $25 \times 50 \times 450$; 58 — флоритимберс $25 \times 60 \times 700$; 59 — моторная переборка, $\delta = 5$; 60 — рейка 25×30 ; 61 — стойка $25 \times 60 \times 400$; 62 — сухарь, $\delta = 25$; 63 — продольная стенка колодца, $\delta = 5$; 64 — доска $25 \times 150 \times 680$; 65 — настил платформы, $\delta = 6$; 66 — бимс платформы, 16×60 ; 67 — лента стеклоткани на эпоксидной смоле, 60×60 в четыре слоя; 68 — участок днища между скулой и реданом, $\delta = 5$; 69 — рейка 20×30 ; 70 — стрингер $\delta = 4$; 71 — рейка обрамления выреза в днище под мотор, 20×30 .

На мотолодку можно установить любой подвесной мотор мощностью от 12 до 30 л. с. С «Ветерком-12» скорость составит около 22 км/ч; этого вполне достаточно, если обычные переходы к месту рыбалки не превышают 10—15 км и не приходится идти против течения. Более мощные моторы стоит ставить в случаях, если путь далек или придется преодолевать сильное течение. С оптимальным гребным винтом (шаг его должен составлять 330 мм) «Лещ» под 30-сильным мотором с двумя человеками, запасом топлива и снаряжением на борту разовьет максимальную скорость до 50 км/ч.

Конструкция корпуса (рис. 286—288) предусматривает постройку лодки с фанерной обшивкой. Корпус целесообразно собирать в положении вверх килем на стапеле, аналогичном показанному на рис. 77. Форштевень и носовые части привальных брусьев, имеющих крутой изгиб, выкленваются из тонких реек по шаблону-цулаге; затем эти детали соединяют с килем и прямыми рейками привальных брусьев обычными способами («на ус» или врезкой вполдерева). Шпангоутные рамки закрепляют на стапеле при помощи вертикальных стоек, которые при снятии корпуса со стапеля удаляют.

Борта от транца до шп. В обшиваются листом 4-миллиметровой фанеры (можно поставить и 6-миллиметровую, если масса корпуса не играет важной роли); дальше в нос обшивка делается двухслойной из полос более тонкой фанеры толщиной 2—3 мм. Полосы шириной по 200 мм укладываются под углом 45° к линии борта, временно

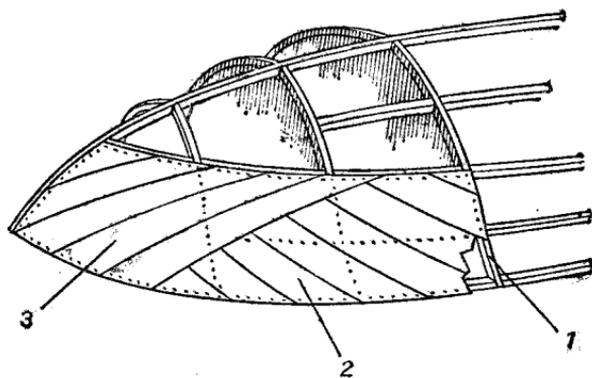


Рис. 289. Схема обшивки бортов в носовой части лодки.

1 — шпангоут; 2 — первый слой обшивки; 3 — второй слой обшивки.

закрепляют к набору гвоздиками на «мухах» (кусочки картона или фанеры, сквозь которые забивают гвозди; расколов «муху», можно зацепить шляпку гвоздя клещами и легко вытащить из детали). Затем их причерчивают по месту и маркируют с тем, чтобы при окончательной постановке на клею каждая полоса заняла свое место (рис. 289). Под стык диагональной и листовой обшивки нужно поставить подкладку из фанеры шириной 80—100 мм, врезав ее в топтимбершпангоута *B*; либо же придется увеличить толщину кромки топтимберса, закрепив к нему с обеих сторон накладки из реек толщиной по 25 мм.

Сняв и обработав полосы, рейки продольного набора и кромки шпангоутов смазывают клеем и, последовательно накладывая заготовки полос на свои места, запрессовывают их гвоздиками 2×12 мм. Затем первый слой обшивки сплошь покрывается снаружи клеем и на него укладывается слой из таких же фанерных полос, но под углом 90° к направлению полос первого слоя. После запрессовки все неровности и зазоры между кромками полос шпаклюют эпоксидным клеем с древесной мукой в качестве заполнителя. Обшивку проклепывают сквозными гвоздиками с подкладкой на стыке обшивки или же крепят шурупами к накладкам топтимберса на шп. *B*.

При обшивке днища сначала укладывают участки фанеры, прилегающие к скуле — их крепят к скуловому брусу и днищевому стрингеру; затем на кромки этих листов накладываются рейки продольных реданов и листы обшивки, прилегающие к килю.

Продольные стенки сидений и фанерные стрингеры устанавливаются на стапеле до обшивки корпуса.

После переворачивания корпуса изнутри на бортах размечается линия нижней кромки пенопласта, вырезаются блоки плавучести соответствующей толщины и ширины и приклеиваются к бортам (для поджатия могут быть применены струбцины). Затем к шпангоутам крепится рейка сечением 20×20 мм, пенопласт облицовывается фанерными полосами комингса кокпита и борт окончательно закрывается сверху планширем из толстой фанеры.

Весь корпус желательно снаружи оклеить слоем стеклоткани, а изнутри окрасить жидким эпоксидным связующим.

Проект 8. Мотолодка „СУПЕРКОСАТКА“

Основные данные

Длина	5,50 м
Ширина наибольшая	2,12 м
Ширина наибольшая по скуле	1,88 м
Высота борта на миделе	0,94 м
Угол внешней килеватости днища на трапце	17°
Водоизмещение при осадке по скулу ($T = 0,26$ м)	$0,85 \text{ м}^3$
Пассажировместимость	6 чел.
Масса с оборудованием, снабжением и двумя моторами «Вихрь-30»	550 кг
Максимальная скорость с двумя моторами «Вихрь-30»	44 км/ч
Максимальная скорость с полной нагрузкой	35 км/ч

Мотолодки этого типа (рис. 290), построенные по первоначальному проекту, который был опубликован в первых изданиях книги, завоевали широкую популярность среди любителей водно-моторного туризма и отдыха на воде. Благодаря сравнительно компактным размерам и небольшой массе «Суперкосатка» выводит на глиссирование с подвесными моторами мощностью от 30 до 60 л. с.

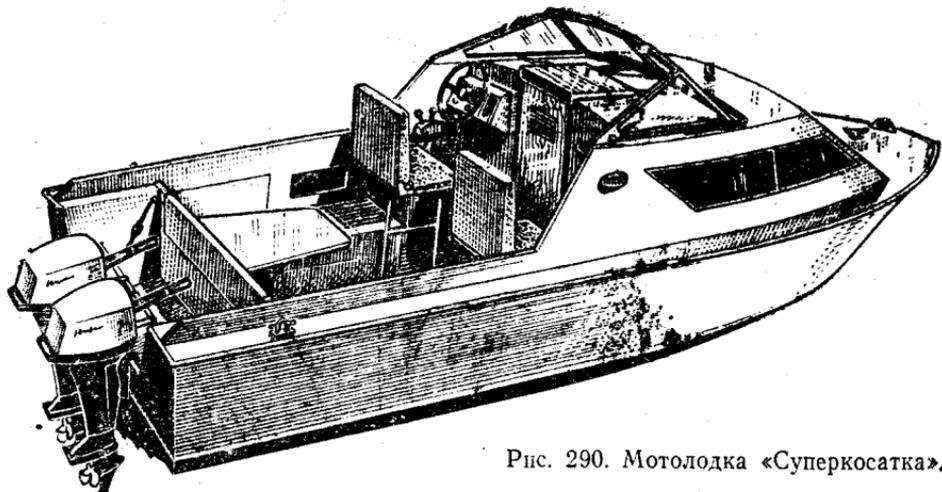


Рис. 290. Мотолодка «Суперкокатка».

и развивает высокие скорости при умеренных динамических перегрузках при плавании на волне высотой до 1 м. Известно о дальних спортивных плаваниях на «Суперкокатках», совершенных в самых разнообразных условиях, включая Каспийское и Белое моря, Ладожское и Онежское озера, водохранилища великих сибирских рек и Европейской части Союза. Во всех этих походах лодка проявила себя как достаточно мореходное и надежное судно.

Вместе с тем лишь сравнительно немногие судостроители-любители строили эту лодку в том варианте, как он был опубликован в книге, т. е. — в виде «дневного крейсера» с уменьшенной рубкой-убежищем. В большинстве районов страны оказалась более необходимой комфортабельная каюта, защищающая путешественников от непогоды и обеспечивающая им всегда готовый ночлег. Поэтому появилось достаточно много «Суперкокаток» с рубками увеличенных размеров, с моторами, установленными на кронштейнах за транцем (это потребовалось для того, чтобы сохранить длину кокпита). Многие устанавливали стационарные двигатели с угловыми редукторами или водометными движителями, что также уменьшало полезную площадь кокпита и увеличивало осадку лодки.

Поэтому при подготовке третьего издания книги в проект был внесен ряд изменений, учитывающих тенденции любительского судостроения. Теперь лодка имеет рубку увеличенного объема и высоты, что позволяет оборудовать каюту платяным шкафом, баром, небольшим столиком и сделать ее более обитаемой. Длина корпуса увеличена всего на 300 мм, но при установке подвесных моторов этого достаточно, чтобы получить длину кокпита 1,8 м и использовать его для оборудования, в случае необходимости, дополнительных спальных мест под тентом. Большая длина корпуса позволяет разместить у транца и стационарный двигатель от автомобиля с приводом на гребной винт через угловой реверс-редуктор или поворотнo-откидную угловую колонку. Несколько увеличенная высота борта скрадывает высоту рубки и компенсирует потерю надводного борта при установке стационарного двигателя.

Обводы корпуса сохранены практически без изменения (рис. 291; табл. 31). Благодаря повышенной килеватости днища на «Суперкокатке» можно поддерживать номинальную эксплуатационную скорость и на волне высотой до 0,5 м, не подвергаясь тяжелым ударам о воду; лодку можно уверенно эксплуатировать в водохранилищах и в прибрежной зоне моря при ветре 5—6 баллов и на волне высотой 1—2 м, т. е. в таких условиях, когда быстроходные на тихой воде катера с плоским днищем вынуждены отставаться в гавани. В то же время при хорошем качестве постройки и правильном подборе гребных винтов «Суперкокатка» не уступает некоторым плоскодонным катерам и на гладкой воде. На днище предусмотрена установка трех продольных реданов по каждую сторону от киля.

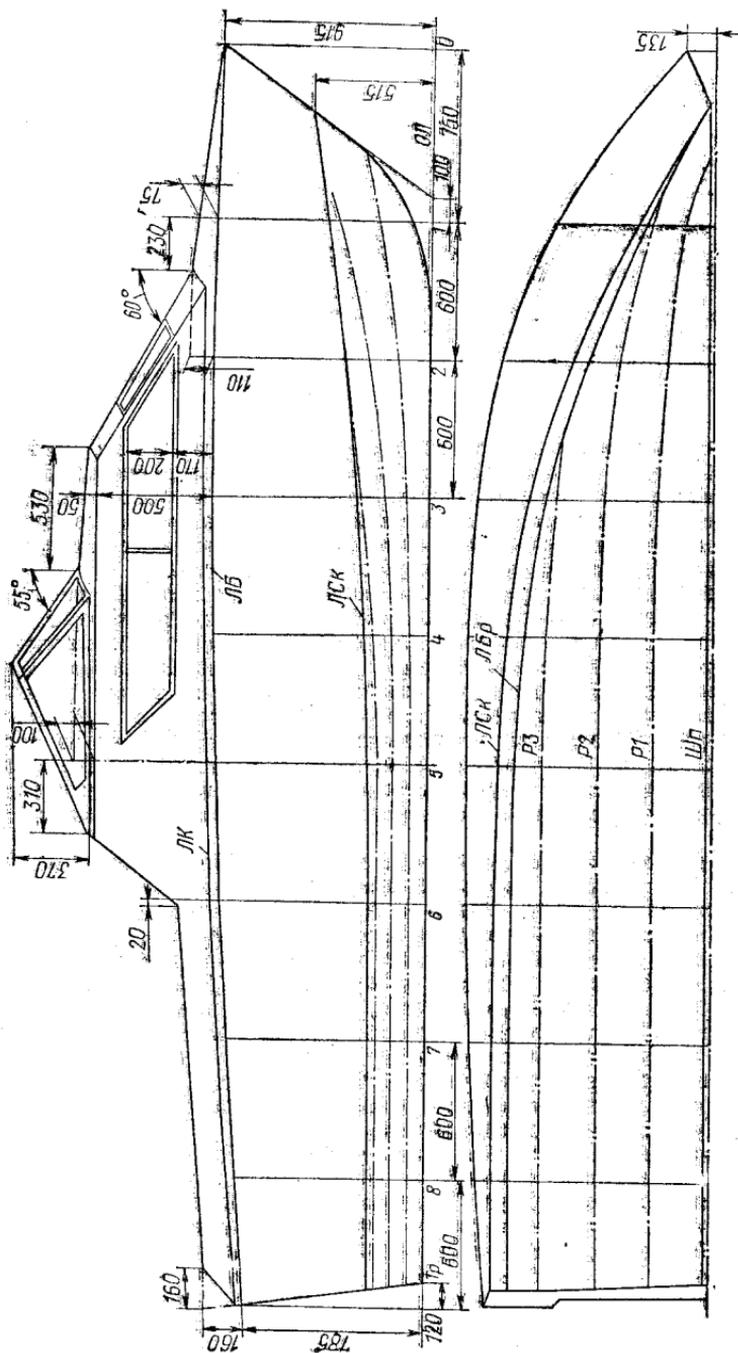


Таблица 31. Ординаты теоретического чертежа мотолодки «Суперкосятка»

Линия теоретического чертежа	Номера конструктивных шпангоутов								Тр.
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Линия борта — ДБ » скулы — ДСк Ширна брызгоотбойника — В	633	913	1016	1050	1059	1059	1038	1008	970
	827	609	790	895	924	939	942	940	940
	35	60	72	72	70	70	70	70	70
Линия скулы — ДСк » борта — ДВ	449	369	316	278	265	258	254	250	250
	935	945	947	938	925	906	870	829	788
	Высоты от ОЛ								
Линия редана: Р1 Р2 Р3	180	260	260	960	960	960	260	260	260
	415	474	485	505	508	508	508	508	508
	—	—	725	751	758	758	788	788	788
Отстояние предельных реданов от ДП (мерить по наружной обшивке; см. рис. 291)									
Примечание. Стрелки полярны днищевых ветвей шпангоутов (выпускать): шп. 1—16 мм; шп. 2—17 мм; шп. 3—8 мм; шп. 4—3 мм; бортовых ветвей шпангоутов (внутростя): шп. 1—12 мм; шп. 2—3 мм.									

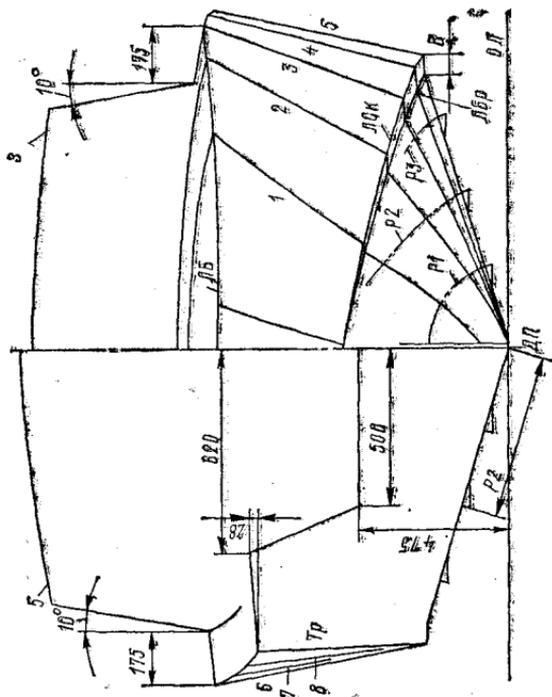


Рис. 291. Теоретический чертеж мотолодки «Суперкосятка».

При благоприятных обстоятельствах (небольшая нагрузка, хорошая отдача мощности двигателей, высокое качество отделки обшивки днища) катер может целиком перейти на глиссирование на ближайших к скуле реданах, простирающихся до транца. При этом за счет уменьшения смоченной поверхности днища скорость лодки возрастает. Именно исходя из этого соображения расстояние от 3-го редана до скулы и между 3-м и 2-м реданами сделано меньше, чем расстояние между 2-м и 1-м реданами.

Несколько слов об особенностях разбивки корпуса теоретического чертежа на плазе. Обводы днищевых ветвей от шп. 5 до транца строятся следующим образом. Наметив на плазе по данным табл. 31 две точки линии скулы (*ЛСК*), необходимо через них провести горизонтальную линию и на ней отложить внутрь корпуса ширину брызгоотбойника *В* для данного шпангоута, также указанную в таблице. Полученную точку линии брызгоотбойника (*ЛБр*) надо соединить прямой линией с точкой линии киля (*ЛК*) на ОЛ; эта точка будет отстоять от линии ДП на 12,5 мм. Днищевые ветви шп. 1—4 имеют заданную табл. 31 выпуклость, стрелка которой откладывается посередине расстояний между точками линии брызгоотбойника *ЛБр* и линии киля *ЛК*.

Чертеж общего расположения мотолодки представлен на рис. 292. Самоотливная подмоторная ниша выделена поперечной переборкой до полной высоты борта; верхняя часть этой переборки для удобства обслуживания моторов сделана откидывающейся в сторону транца. В рабочем положении откидная часть запирается на защелку, установленные у ее верхней части.

В коките предусматриваются два продольных рундука-сиденья, имеющих мягкую обивку крышек. В одном из рундуков можно оборудовать портативный камбуз с газовой двухконфорочной плитой и раковину для мытья посуды; расходный бачок с питьевой водой удобно размещается между бортом и зашивкой кокпита. Второй рундук используется для спасательных принадлежностей и шкиперского имущества, непромокаемой одежды и спальных мешков. По бортам нетрудно сделать небольшие подпалубные полочки для хранения мелких предметов, которые должны быть всегда под рукой.

Сиденье водителя и такое же сиденье по правому борту для второго члена экипажа (его можно назвать лоцманом) лучше всего прикрепить к борту на прочных петлях, таким образом, чтобы оно опускалось вниз, когда в нем не будет необходимости. В рабочем положении сиденье должно опираться на откидные ножки из дюралевых трубок, которые при складывании поджимаются к его нижней поверхности. Спинку устраивают на шарнирах, чтобы ее можно было откинуть вперед вдоль борта. Делается это для того, чтобы сложное сиденье не мешало водителю управлять мотолодкой стоя.

Бортовые ниши у подмоторного ящика (реcessa) используют для размещения бензобаков. Емкость каждого из них получается около 55 л. Этого достаточно для непрерывного хода на полных оборотах моторов «Вихрь» примерно в течение 5 час. Бензобаки следует надежно прикрепить к набору корпуса. Заливную горловину с резьбовой пробкой и воздушную трубку необходимо вывести на палубу, чтобы исключить возможность попадания горячего, разливающегося при заправке, в лодку. В случае необходимости иметь дополнительный запас топлива, под пайолами кокпита, между шпангоутами, могут быть размещены плоские баки емкостью около 20 л каждый.

В каюте устанавливаются легкий настил для коек, пространство под которым в носовой части можно использовать для хранения запасов, не боящихся влаги (например, консервов, бачка с питьевой водой). Нелишне изготовить щиток, которым можно будет закрывать на ночь вырез между койками, чтобы превратить их в широкую лежанку. На бортах между шп. 1 и 2 закрепляют сетки для хранения береговой одежды, а на переборке — крючки.

Крышку верхнего люка рекомендуется сделать из плексигласа, тогда она будет одновременно служить и иллюминатором. Для лучшей вентиляции каюты среднюю часть лобового комингса рубки желательно сделать в виде открывающегося люка. Он также облегчит многие операции при швартовке, шлюзовании или буксировке, особенно, если помощником владельца лодки окажется малоопытный человек.

Для обшивки корпуса предусмотрена водостойкая фанера (для днища — 6 мм, для бортов — 5—6 мм). При установке стационарных двигателей

мощностью свыше 60 л.с. можно использовать доски толщиной 12 мм на пазовых рейках. Восемь шпангоутов и транец собираются из сосновых реек на кницах и флорах из фанеры толщиной 6 мм. Кницы и флоры ставятся на водостойком клею с обеих сторон шпангоута, пространство между ними заполняется вставками-сухарями из брусков (рис. 293). Бортовые ветви шп. 1 вырезают из доски шириной 120 мм и фанеруют — оклеивают с обеих сторон фанерными флорами. Шп. 2 проще выполнить гнутоклеевой конструкции из 4—5 реек толщиной 15 мм — вырезать его ветви из доски без перетеса волокон древесины не удастся. Полушп. на шп. 3, 4, 6 и 7 лучше всего для большей прочности вырезать из дубовой доски или же выполнить их трехслойными — с фанеровкой обеих сторон, как и флоры. Шп. 8 изготавливается с таким расчетом, чтобы использовать бортовые ниши, образованные зашивкой подмоторной ниши, для размещения стационарных топливных баков или канистр.

Переборку на шп. 5 можно сделать как однослойной из фанеры толщиной 6—8 мм, так и из двух слоев 4-миллиметровой фанеры с набором, расположенным между ними. Во втором случае необходимо заранее предусмотреть «закладные» детали (подушки) для крепления оборудования — стенок шкафа и бара, пульта управления катером, поручня и т. п.

Собирая транец, следует помнить о необходимости обеспечить его прочность и жесткость при работе двух моторов суммарной мощностью до 60 л.с. Подмоторную доску 77 нужно надежно перевязать с топтимберсами транца, продольными стенками и поддоном выгородки для моторов. Обязательно также мощная кница, раскрепляющая транец с килем. Наружная обшивка транца может быть сделана из 8—10-миллиметровой фанеры или же склеена из двух слоев 4-миллиметровой бакелизированной фанеры.

Форштевень гнутоклеевой конструкции набирается из восьми реек. Верхнюю трапезиевидную часть тоже лучше склеить из двух-трех тонких досок: это гарантирует ее от растрескивания и деформаций в процессе эксплуатации лодки. Внешний слой желательно сделать из дуба или ясеня.

Сборку корпуса осуществляют вверх килем. Конструкция стапеля аналогична показанной на рис. 77. При расстоянии между продольными брусками стапеля 500 мм их несложно пропустить через вырез для двери в переборке шп. 5. Каждая шпангоутная рама и транец снабжаются вертикальными стойками и шергень-планкой, проходящей на высоте 1200 мм от ОЛ; этой планкой рама устанавливается на стапель. В шпангоутах предварительно делают вырезы для киля, скуловых, бортовых и днищевых стрингеров, внутренних привальных брусков. Днищевые стрингера должны совмещаться с продольными реданами, поэтому разметать вырезы для них нужно строго по данным таблицы пазовых ординат (см. табл. 31). Кромка стрингера, обращенная к борту, должна совпадать с теоретической линией (вертикальной кромкой) редана.

Поставив на стапель и выверив шпангоуты, укладывают на место киль в сборе с форштевнем. Предварительно стоит проверить точность обвода форштевня по пазовой разметке, нанести на него линии борта и точки примыкания скуловых стрингеров, а также теоретическую линию шп. 1 и 2. К флорам киль крепят при помощи металлических угольников-коротышей, устанавливая их с одной стороны шпангоута. Гнездо под киль, как, впрочем, и под другие детали продольного набора, смазывают эпоксидным клеем.

Скуловые стрингера рекомендуется изготавливать из двух реек, склеив их по кромкам прямо на наборе. В этом случае не возникнет затруднений с изгибом стрингеров в носовой оконечности. Угольники для крепления их и привальных брусков рекомендуется устанавливать с кормовой стороны шпангоута.

Установив продольный набор, его кромки малкуют до плотного прилегания листов обшивки. Обшивать нужно, в отступление от общепринятого порядка, сначала днище, а затем борта с тем, чтобы получить широкий брызгоотбойник по скуле. Закрепив листы днищевой обшивки, при помощи струбцин подтягивают к их кромкам у скуловых стрингеров заготовки брызгоотбойников (их можно сделать короткими для упрощения подгонки по обводам, так как в обеспечении прочности корпуса роли они не играют), ставят на клей и затем обрабатывают по обеим кромкам. Сначала стамеской делают выборки в заготовке на каждом шпангоуте, используя небольшой шаблончик, снятый с плаза; затем уже протрагивают брызгоотбойник по всей длине, проверяя плотность

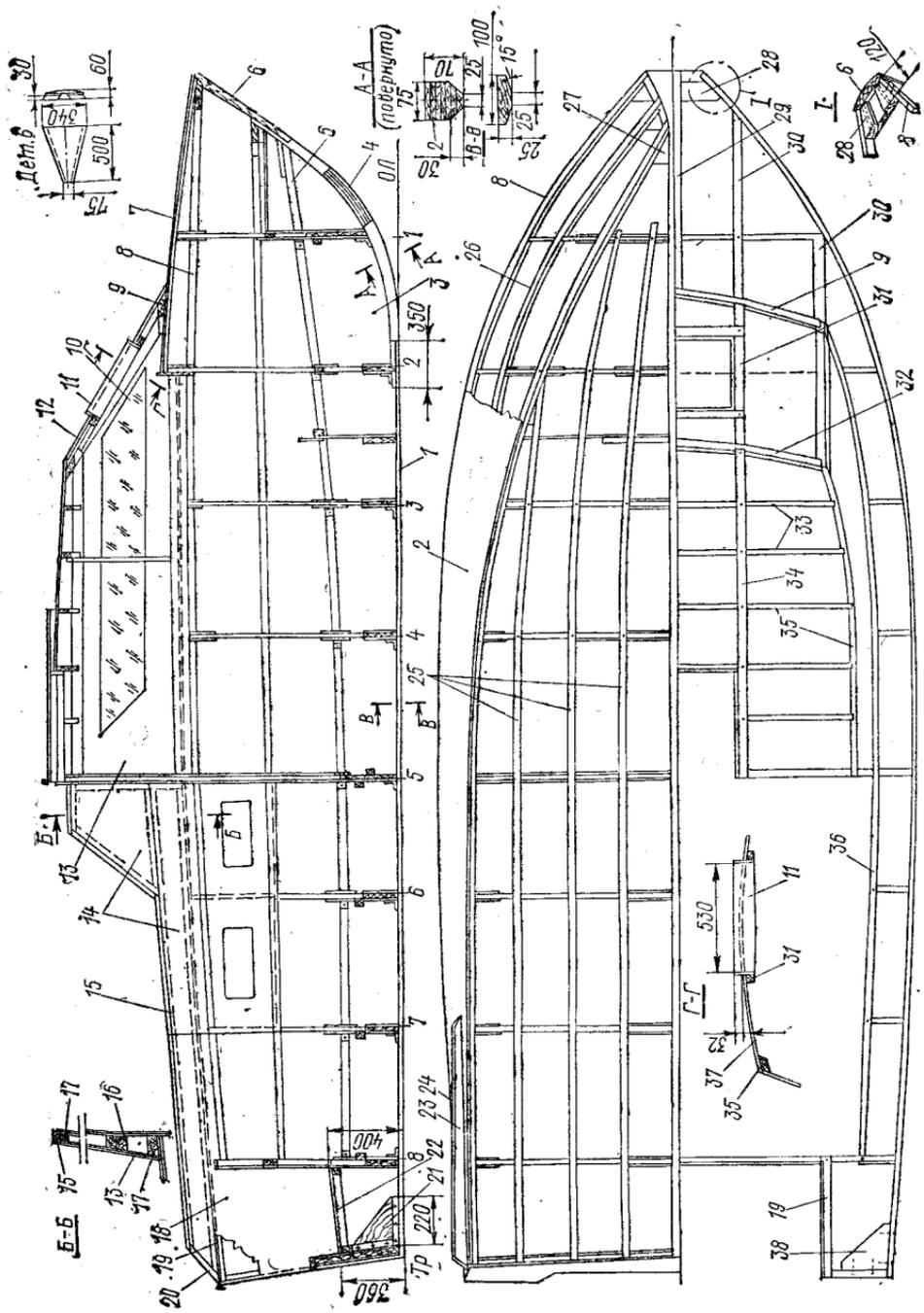


Рис. 293. Конструктивный чертеж корпуса (см. рис. 293, а на стр. 328—329).

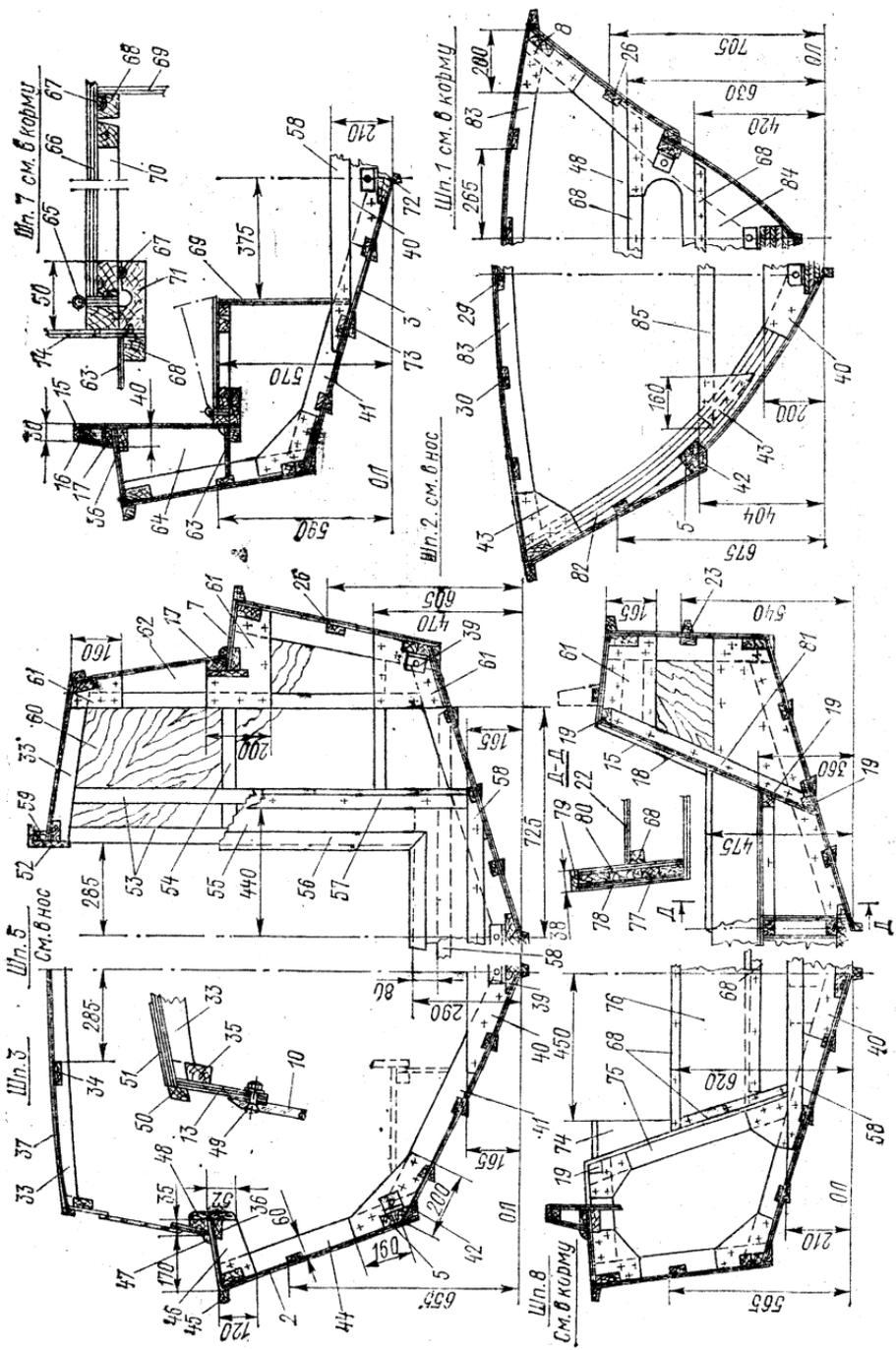


Рис. 293, а. Конструктивный продольный разрез, набор днища и палубы (см. стр. 327) и поперечные сечения.

1 — шель 25 × 100; к шп. 2 сузить до 75 мм; 2 — обшивка борта $\delta = 6$; 3 — обшивка днища $\delta = 8$; 4 — форштевень 75 × 70; скелеть из восьми реек 10 × 85, желательнее из дуба; 5 — скуловой стрингер; скелеть из двух реек 15 × 60; 6 — верхняя часть форштевня, 60 × 340; скелеть из трех досок по толщине; 7 — настил палубы; $\delta = 6$; 8 — привальный брус 22 × 50; 9 — брусок лобового комингса 40 × 70; выклеть по месту из трех реек; 10 — плексиглас $\delta = 8$; 11 — комингс светлого люка 8 × 75, дуб; 12 — лобовой комингс рубки, $\delta = 6$; 13 — комингс рубки $\delta = 8 \div 12$; 14 — зашивка комингса $\delta = 3 \div 4$; 15 — раскладка 8 × 30, дуб или кр. дерево; 16 — рейка 20 × 22; 17 — рейка 28 × 30; 18 — зашивка рецесса $\delta = 6$; 19 — рейка 28 × 32; 20 — заделка комингса 25 × 50; 21 — кница (двойная), фанера $\delta = 6 \div 8$; 22 — дно рецесса, $\delta = 6 \div 8$; 23 — отбойный брус 28 × 70 × 1500, трапециевидного сечения; 24 — полоса 15 × 2,5, сталь или латунь; 25 — днищевые стрингеры, 15 × 50; 26 — бортовой стрингер 15 × 35; 27 — брештук скуловых стрингеров 6 × 200 × 250; 28 — брештук привальных брусев 40 × 120 × 30 (к форштевню крепить двумя болтами М6); 29 — мидельвейс 18 × 90; 30 — палубный стрингер 18 × 40; 31 — стойки комингса 30 × 30; 32 — верхний брус комингса 40 × 70; скелеть из 3—4 реек; 33 — бимсы рубки 20 × 30; 34 — карлингс 12 × 40; 35 — шельф 25 × 45; 36 — карлингс 28 × 40; 37 — крыша рубки $\delta = 5 \div 6$; 38 — кница 28 × 160 × 160; 39 — угольник-коротыш 3 × 40 × 40; 40 — флор $\delta = 6$ (с двух сторон шпангоута); 41 — флортимберс 22 × 60; 42 — рейка брызгоотбойника; 43 — кница $\delta = 6$ (с двух сторон шпангоута); 44 — толстимберс 22 × 60; 45 — буртик 30 × 30, дуб; ясень; 46 — полубимс 22 × 120; 47 — штапик R = 18, дуб, ясень; 48 — облицовка комингса 8 × 80, кр. дерево или дуб; 49 — винт М4 × 25; поставить с шагом 60 мм; 50 — штапик 10 × 20; дуб, ясень; 51 — покрытие стеклопластиком или тканью; 52 — облицовка комингса 8 × 62, дуб или кр. дерево; 53 — стойки переборки 20 × 40; дуб, ясень; 54 — рейка 20 × 40; 55 — фанера, $\delta = 3 \div 4$; 56 — наличник двери 8 × 35, дуб или кр. дерево; 57 — стойка шкафа 28 × 28; 58 — опорный брусок накола 28 × 32; 59 — брусок 20 × 25; 60 — переборка, $\delta = 4$; 61 — кница $\delta = 3 \div 4$; 62 — заполнитель, $\delta = 20$; 63 — полка $\delta = 4$; 64 — торцевая стенка полки $\delta = 12$; 65 — петля; 66 — крышка рундука $\delta = 8 \div 12$; 67 — резиновое уплотнение; 68 — брусок 25 × 25; 69 — стенка рундука $\delta = 4 \div 6$; 70 — обвязка крышки рундука — рейки 25 × 25; 71 — рейка с желобком 22 × 50; 72 — фальшкляп 25 × 25, дуб; 73 — продольный редан 25 × 40; 74 — клин 30 × 120; 75 — стойка 28 × 35; 76 — переборка шп. 8 $\delta = 4 \div 6$; 77 — доска $\delta = 22$; 78 — транец $\delta = 8 \div 12$; 79 — раскладка 12 × 38, дуб; 80 — зашивка транца $\delta = 6$; 81 — стойка транца 28 × 60; 82 — шпангоут № 2, 22 × 60, скелеть из реек 22 × 10; 83 — бимс 22 × 60; 84 — переборка шп. 1 $\delta = 6$; 85 — рейка 22 × 45.

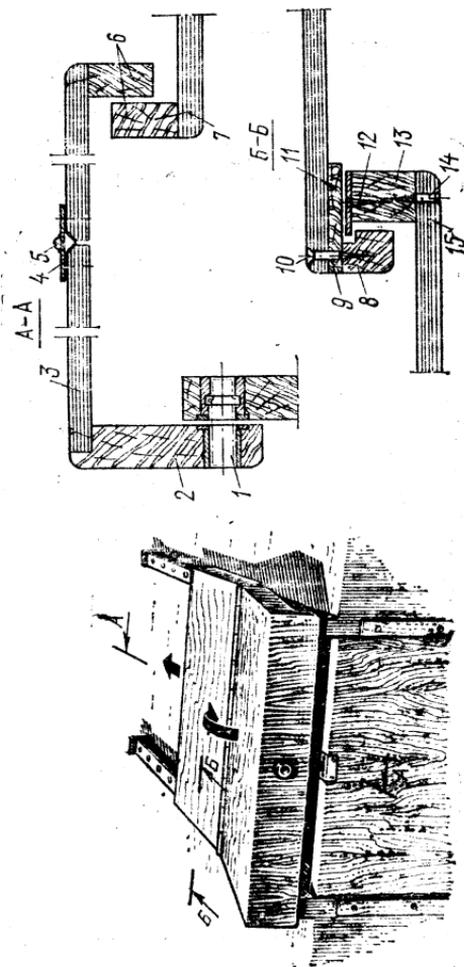


Рис. 294. Конструкция сдвижного люка.

1 — мебельный замок; 2 — стенка крышки люка 16 × 70; 3 — крышка, состоящая из двух частей; фанера или плексиглас $\delta = 6$; 4 — уплотнение из резиновой полосы $\delta = 0,5$; 5 — ролевая петля; 6 — рейки 12 × 25; 7 — гвоздь 1,8 × 25; 8 — брусок 16 × 20; 9 — рейка 6 × 40, дуб; 10 — шуруп 4 × 30; 11 — полоса 2 × 25, латунь или алюминиевый сплав; 12 — шуруп 3 × 20; 13 — брусок 19 × 25; 14 — шуруп 3 × 25; 15 — крыша рубки.

прилегания листов бортовой обшивки. Чтобы упростить работу по подтягиванию бортовой обшивки к набору в носовой части корпуса, листы фанеры лучше выкраивать таким образом, чтобы наружные ее слои (рубашка) располагались по диагонали, а не вдоль судна.

Когда обшивка полностью прикреплена к набору, корпус можно оклеить стеклотканью: днище — в два-три, борта — в один-два слоя. Затем на днище размечают места установки реданов и приклеивают их тем же связующим, которое было применено при оклейке корпуса. При этом реданы проклеивают с днищевыми стрингерами медными заклепками диаметром 2—3 мм в шахматном порядке. Шурупы, особенно стальные, для этого соединения не рекомендуются, так как при сильных ударах о волну их может вырвать из древесины. Сверху реданы желательно оклеить в один-два слоя узкими полосами из тонкой стеклоткани (стеклосетки СЭ).

Снаружи борта от ударов защищают буртиками (наружными привальными брусками) и отбойными брусками в корме; киль и форштевень защищают дубовым фальшкилем или металлической полоской-оковкой. Затем корпус снимают со стапеля, устанавливают на кильблоки и начинают работы по монтажу палубы, внутреннего оборудования и рубки.

Сначала в бимсы и полуимсы врезают рейки продольного палубного набора — карленгсов и стрингеров. Затем настилают фанерные листы палубы, обрабатывая рубанком после затвердевания клея выступающие за наружную обшивку и карленгсы кромки. Сверху на внутреннюю кромку бортовой опалубки накладывают и крепят на клею заранее обработанные под нужным углом рейки комингса 17, к которым будут крепиться боковые комингсы рубки и кокпита. Необходимый наклон комингсам рубки задают контуры переборки шп. 5, а также временная рамка, которую нужно установить на шп. 3. Конструкция крепления рубки к корпусу практически исключает появление водотечности в этом узле, однако все равно от строителя требуется достаточно внимания при выполнении соединения.

На палубе между шп. 2 и 1 размечают линию примыкания к ней лобового комингса. Брус 9, при помощи которого осуществляется соединение комингса с палубой, придется выполнить клееным — из реек сечением 5 × 8 мм. Для правильного формирования плавного очертания комингса, на палубе нужно закрепить временные упорные планки, к которым при выклейке детали 9 прижимают рейки, смазанные клеем. А чтобы рейки не приклеились к палубе, на нее необходимо постелить плотную бумагу или полиэтиленовую пленку. Когда клей затвердеет, дет. 9 снимают с палубы, тщательно причерчивают ее нижнюю кромку по погиби настила и обрабатывают в чистый размер.

Клееной придется сделать и рейку 32 в соединении лобового комингса рубки с ее крышей.

Теперь можно приступить к вырезке и подгонке комингсов рубки и кокпита. Сначала ставят на место бортовые комингсы, к верхней кромке которых крепят шельфы 35 и рейку 32. Под лобовой комингс необходимо установить наклонные бруски 31 в углах рубки и по ширине носового люка-иллюминатора. Бимсы рубки получаются легче и прочнее, если их склеить из нескольких слоев тонких реек, одновременно изгибая их по шаблону-цулаге. Концы бимсов врезают в шельфы; промежуточными опорами для них служат карленгсы 34, которые также подкрепляют крышу под направляющими сдвижного люка (рис. 294).

По окончании монтажа всего набора рубки кромки реек тщательно προσταгивают до плотного прилегания к настилу крыши и лобовому комингсу. Палубный настил, крышу рубки и подмоторную нишу рекомендуется оклеить слоем тонкой стеклоткани на эпоксидном связующем или же покрыть другой тканью на густотертой краске. При этом кромки ткани прижимают штапиками и буртиками. В транце по углам подмоторной ниши просверливают сливные отверстия-шпигаты.

Ветровое стекло вырезают из плексигласа толщиной 6—8 мм. Его жесткое обрамление изготавливают из дюралевого угольника 20 × 20 × 2,5 мм или из латуновой полосы, которуюгибают под угольник. К верхнему угольнику рамки приделывают штырьки или крючки для крепления носового края откидного съемного тента. Его дуги делают из дюралюминиевой трубы 22 × 2 мм с таким расчетом, чтобы они укладывались на рубку перед ветровым стеклом. Показан-

ная на рисунке конструкция тента позволяет закрыть весь кокпит и получить дополнительное помещение — «веранду» на случай непогоды.

Помимо рулевого и тентового устройства лодку необходимо оборудовать якорно-швартовой уткой, надежно связанной с подпалубным набором сквозными болтами; киповыми планками для проводки швартовов; швартовно-буксирными утками в корме. Для плавания в ночное время устанавливаются сигнально-отличительные огни и монтируется бортовая сеть освещения.

Глава 10 КАТЕРА

Проект 9. Водометный катер «СУПЕРКОСАТКА-В»

Основные данные	
Длина наибольшая	5,50 м
Ширина наибольшая	2,12 м
» по скуле у транца	1,88 м
Высота борта на миделе	0,94 м
Угол внешней килеватости днища у транца	17°
Водоизмещение порожнем	580 кг
Пассажировместимость	6 чел.
Двигатель	ГАЗ-21 «Волга»
Мощность	55 кВт (75 л. с.)
Скорость хода с полной нагрузкой	37 км/ч
» » максимальная	40 км/ч

Предлагаемый проект представляет собой вариант «Суперкосатки» со стационарным двигателем и водометным движителем (рис. 295). Установка

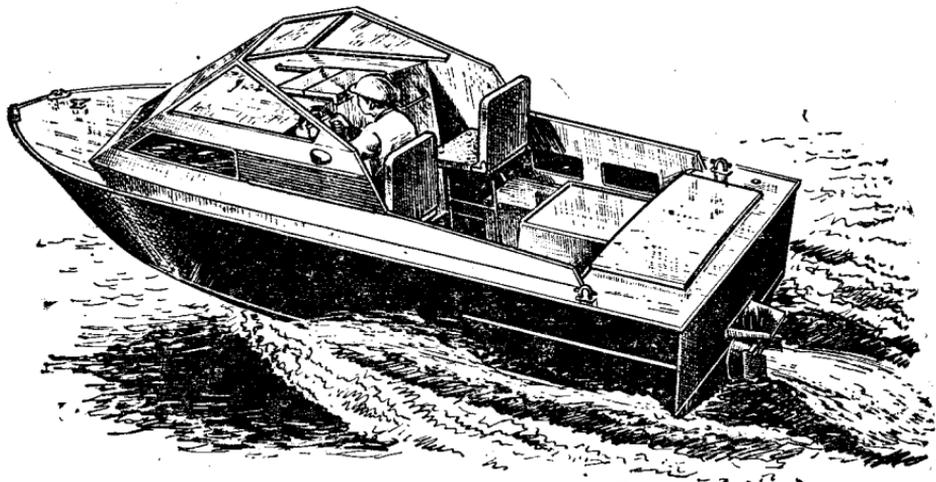
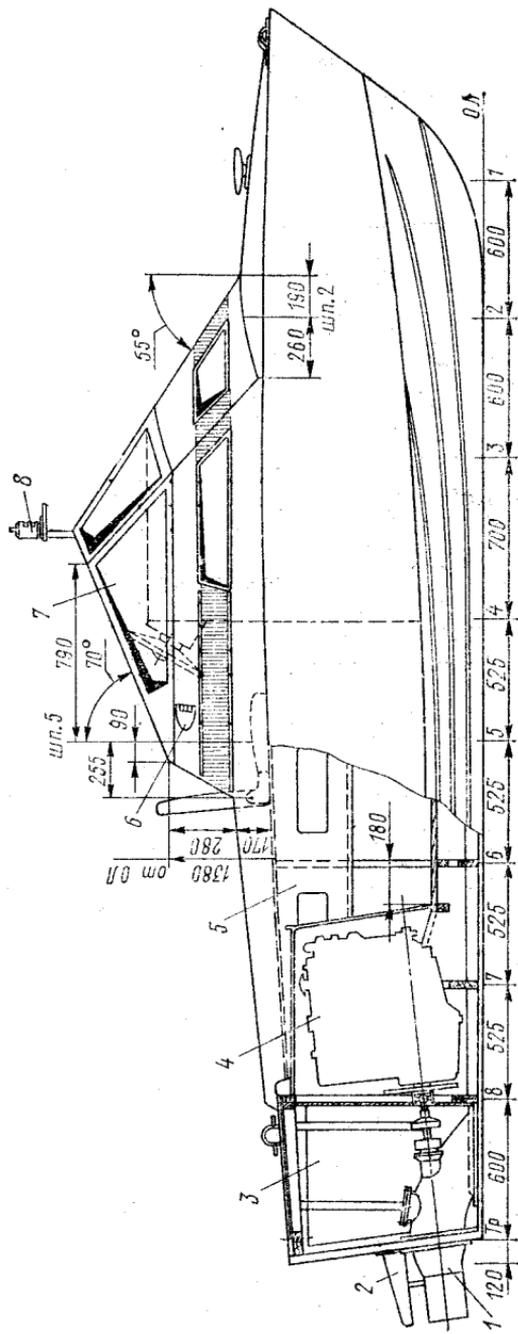


Рис. 295. Водометный катер «Суперкосатка-В».



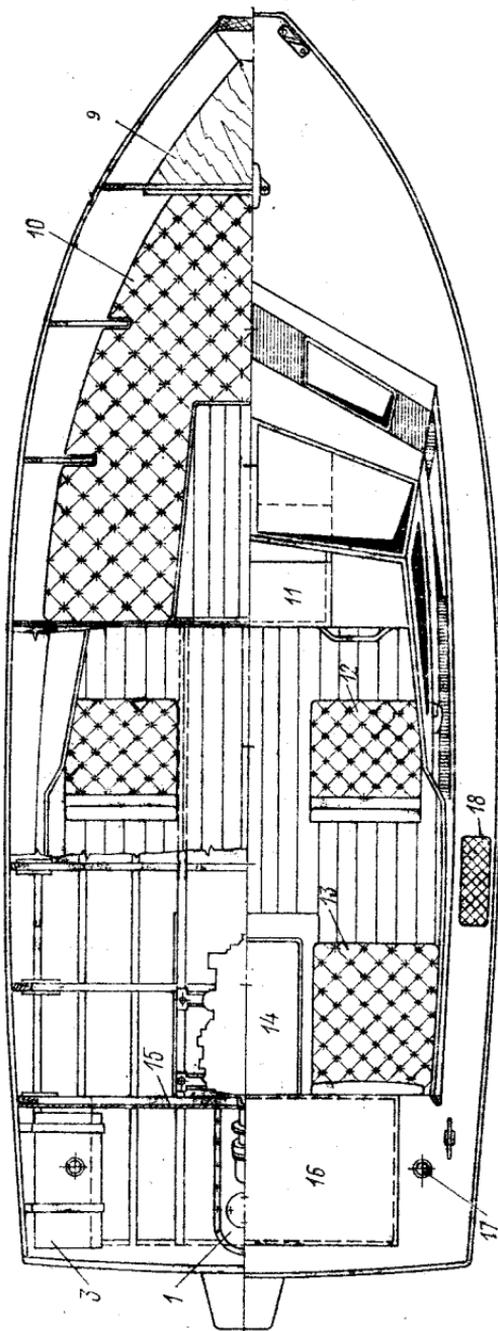


Рис. 296. Общее расположение катера.

1 — водонепроницаемый двигатель; 2 — щиток ограждения реверсивно-рулевого устройства; 3 — бензобак; 4 — двигатель; 5 — зашивка бортов; за ней — полки для мелких предметов; 6 — отличительный огонь; 7 — стекло с обрамлением из алюминиевого угольника; 8 — топливный огонь; 9 — полка; 10 — койка; под ней — рундук; 11 — складной сляжной форлюк; 12 — высокое сиденье; 13 — сиденье пассажира; 14 — капот двигателя; на нем — столик; 15 — переборка ахтерлюка; 16 — ахтерлюк; 17 — заливная горловина; 18 — резиновый коврик.

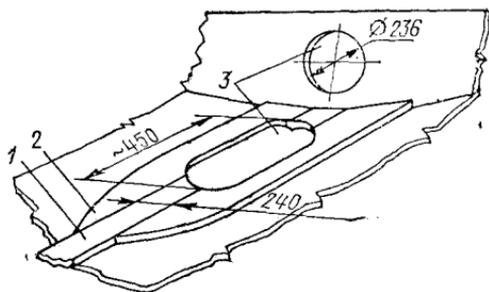


Рис. 297. Конструкция килевой части днища у транца.

1 — киль 100 × 25; 2 — накладки 150 × 25; 3 — вырезы под водозаборник.

выглядеть непропорционально большой по отношению к корпусу. Так что «Суперкосатка-В» — это типичный «дневной крейсер» с рубкой-убежищем высотой в свету всего 1,25 м и без больших удобств. Если перекрывать пространство между койками в каюте щитом, то здесь можно расположиться на ночлег как в палатке — втроем. Еще двое могут спать в кокпите, закрыв его сверху тентом.

Размерения и обводы корпуса по сравнению с мотолодкой не претерпели изменений. Шпангоуты 1—3, 5 и транец можно разметать по табл. 31, обводы шпангоутов 4, 6—8 можно построить, руководствуясь материалами, приведенными в главе 4. Поскольку для установки движителя пришлось увеличить последнюю шпацию перед транцем до 600 мм, а длину закрытого помещения в носу до 1900 мм, шпацию в корме между шпангоутами от 4 до 8 пришлось изменить — уменьшить до 525 мм. К слову сказать, дополнительный шпангоут в корме заметно повышает прочность днища, которое вследствие установки более тяжелого и мощного двигателя должно испытывать на волнении несколько более высокие перегрузки, чем на мотолодке.

Двигатель в этом варианте лучше всего закрыть звукоизолирующим капотом с тем, чтобы можно было использовать пространство по бортам от него для размещения двух сидений для пассажиров (рис. 296). Запасы горючего и кое-что из снабжения можно разместить в отсеке водомета.

В отличие от варианта «Суперкосатки» с подвесными моторами в корпусе катера придется смонтировать продольные фундаментные балки под двигатель по типу, показанному на рис. 107, в. Их необходимо хорошо связать с транцем, переборкой каюты (шп. 4) и флорами шп. 5—8. Двигатель удобно монтировать на поперечных сварных металлических траверзах, опирающихся на фундаментные балки. Для надежного крепления водометного движителя к корпусу нижнюю часть транца нужно выполнить клееной из досок толщиной около 30 мм, а на киль наклеить в корме боковые накладки по размерам фланца водомета (рис. 297).

Двигатель¹ (рис. 298) является развитием конструкции водомета катера «Кама» (см. журнал «Катера и яхты» № 11 за 1967 г.). Повторенный на сотнях самодельных катеров, этот движитель показал свою эффективность и надежность при установке на катера длиной от 5 до 7 м. В отличие от водомета «Камы», водозаборник движителя «Суперкосатки» можно изготовить из стеклопластика методом формования по деревянному болвану разъемной конструкции (рис. 299). Болван собирается из трех частей, обрабатывается в соответствии с теоретическим чертежом (рис. 300) и табл. 32.

Поверхности болвана, примыкающие к днищу корпуса, должны быть срезаемы соответственно углу килеватости днища; к ним закрепляются две плиты из толстой фанеры, отгибая на которые стеклоткань при формовании водоза-

¹ Для публикации использованы чертежи движителя, изготовленного и испытанного ленинградским судостроителем-любителем Е. Ф. Залевским,

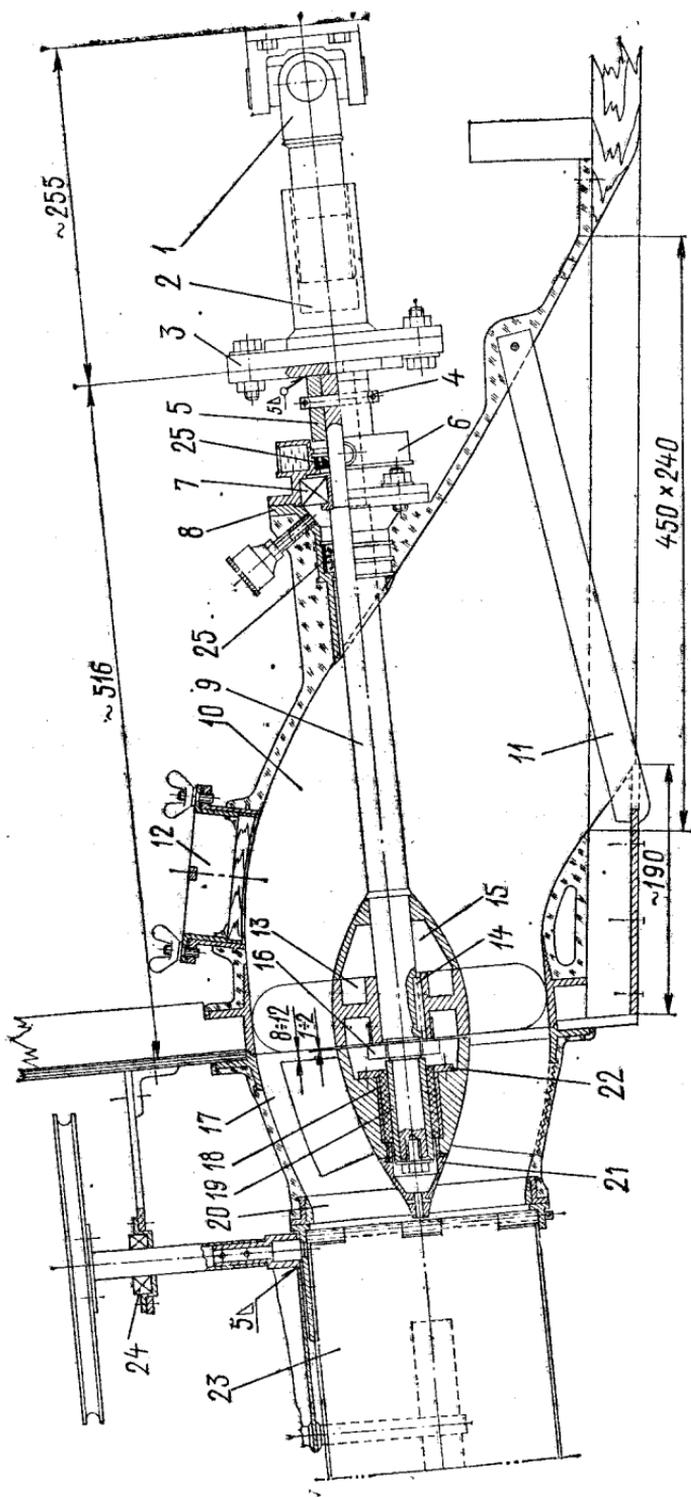


Рис. 298. Водометный движитель.

1 — шарир (от автомобиля «Волга ГАЗ-21»); 2 — шлицевая полумуфта («ГАЗ-21»); 3 — эластичная резино-тканевая шайба; 4 — штифт $\varnothing 8$; 5 — полумуфта вала движителя; 6 — корпус подшипника; 7 — радиально-упорный подшипник № 46306; 8 — корпус дейдвуда; 9 — гребной вал $\varnothing 30$; 10 — водозаборник, стеклопластик; 11 — решетка; 12 — смотровой лючок; 13 — четырехлопастной ротор $D = 218$ мм, $H = 210$ мм; 14 — шпонка; 15 — обтекатель; 16 — гайка М27 X 1,5; 17 — сопло; 18 — резино-металлический подшипник; 19 — облицовка (втулка) гребного вала; 20 — съемное кольцо; 21 — обтекатель; 22 — прижимное кольцо; 23 — реверсивно-рулевое устройство; 24 — шарикоподшипник № 204; 25 — сальник.

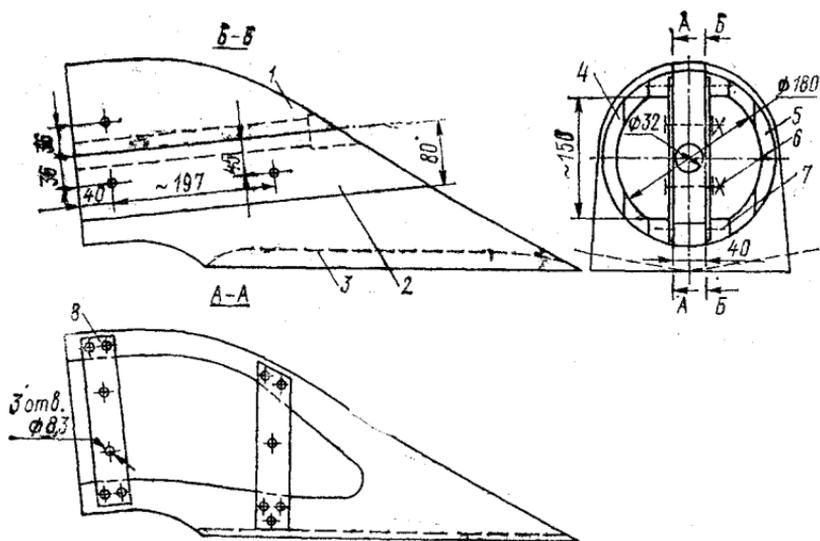


Рис. 299. Разъемный болван для выклейки водозаборника из стеклопластика.

1 — верхний клин; 2 — средний клин; 3 — нижний клин; 4 — левая боковина; 5 — правая боковина; 6 — болты М8, 3 шт.; 7 — шурупы 4 × 30, 9 шт.; 8 — планка, 4 шт.

борника, можно будет получить фланцы шириной 50—60 мм для крепления к днищу катера.

В среднем клине болвана просверливается отверстие для гребного вала, который укладывается в него вместе с предварительно собранным упорным подшипником (но без сальников) и корпусом дейдвуда, который должен будет заформовываться в водозаборник (рис. 301). На болване также устанавливается фланец смотрового лючка, а на конец болвана, обращенный к транцу, надевается фланец с обечайкой 34, которым корпус двигателя крепится к транцу и фланцу сопла 33 посредством четырех болтов. На конец гребного вала надевает-

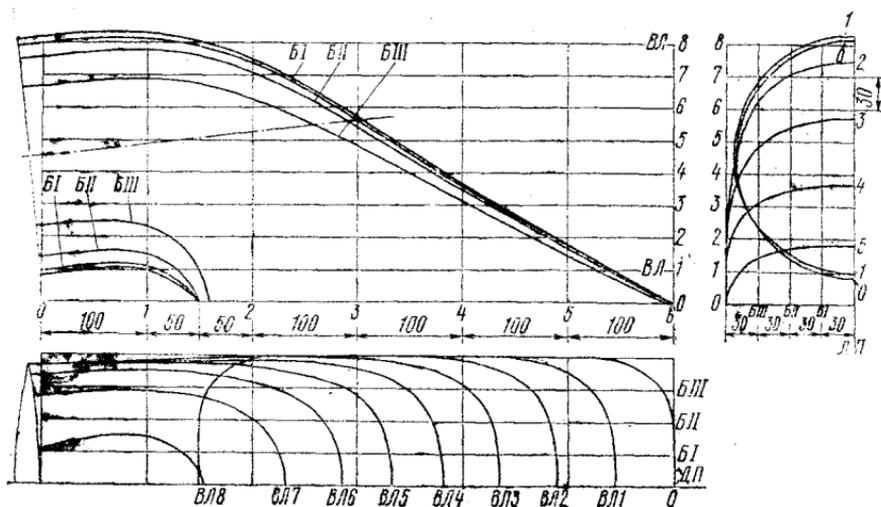


Рис. 300. Теоретический чертеж внутренней поверхности водозаборника.

ся сопло — спрямляющий аппарат с запрессованным в него резино-металлическим подшипником (или установочной втулкой для центровки линии вала). Фланец сопла 33 на время формования крепится болтами к фланцу 34 обечайки корпуса движителя. В таком виде гарантируется соосность дейдвудного подшипника и втулки сопла.

Поверхности болвана перед формованием обрабатываются для гладкости парафином; металлические детали, которые должны будут склеиться со стеклопластиком, обезжириваются ацетоном. Для формования следует применить тонкую стеклоткань сатинового переплетения, например,

Т а б л и ц а 32. Таблица ординат водозаборника (мм)

Сече- ния	Полушироты по ватерлиниям от ДП									Высоты по батоксам от ВЛ			
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	ДП	Б1	БП	БП1
0	—	34	82	102	110	110	101	81	32	246	246	228	200
1	—	13	79	103	113	112	105	86	48	250	241	233	206
2	120	120	120	119	115	108	85	62	—	226	223	212	188
3	120	119	119	116	108	84	—	—	—	172	171	163	146
4	120	116	116	94	—	—	—	—	—	110	110	105	94
5	120	107	—	—	—	—	—	—	—	54	54	51	42

Т11 ГВС-9 или АСТТ(6)С₂ и эпоксидное связующее. Водовод и закладные металлические детали тщательно обформовывают стеклотканью до толщины стенок 8—10 мм. По окончании полимеризации разъемный болван разбирается и легко извлекается по частям из корпуса движителя.

Ротор водомета четырехлопастной с шагом 210 мм; его можно изготовить из латуни Л62 или из легкого сплава литым, либо сварным из нержавеющей стали или Ст. 3 с последующей оцинковкой (рис. 302). Для изготовления ротора необходимо вырезать из 2-миллиметровой стали комплект шаговых угольников и изогнуть их по соответствующим радиусам относительно оси А-А выпуклостью вниз (смотря на чертеж). Размеры угольников необходимо выдержать с точностью $\pm 0,3$ мм; радиус изгиба — $\pm 0,5$ мм; ординаты профилей сечений — $\pm 0,1$ мм (рис. 303).

Выточив ступицу по чертежу, ее устанавливают на шаговую плиту, надев на центральный штырь и подложив под носовой торец диск-прокладку толщиной 15 мм (рис. 304). Затем устанавливают на соответствующих радиусах, размеченных на плите, нижние шаговые угольники и крепят их. Вырезают заготовки лопастей, выгибают их, подгоняя по нижним шаговым угольникам, а затем приваривают их к ступице.

После сварки ротор протачивают по наружному диаметру 218 мм и производят окончательную обработку сначала нижних нагнетательных, а затем и выпуклых засасывающих поверхностей с проверкой профиля верхними шаговыми угольниками.

Изготовление ротора заканчивается статической балансировкой на станке (см. рис. 198). Выбирать металл при балансировке нужно с внутренней стороны ступицы ротора. Балансировочный грузик не должен превышать 5 г.

Сопло может быть сварной конструкции из нержавеющей стали, латуни или же литым из силумина или латуни. При изготовлении сварного сопла (рис. 305) делаются конусная заготовка из листа и два фланца. Затем фланцы привари-

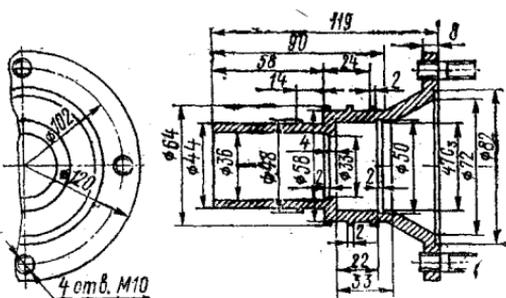


Рис. 301. Корпус дейдвуда.

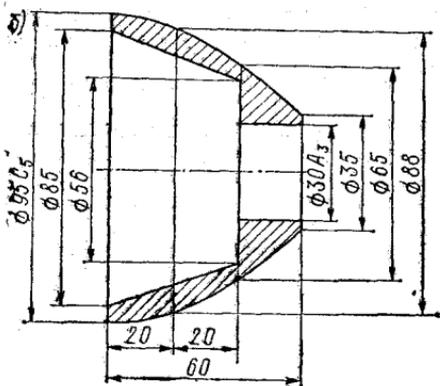
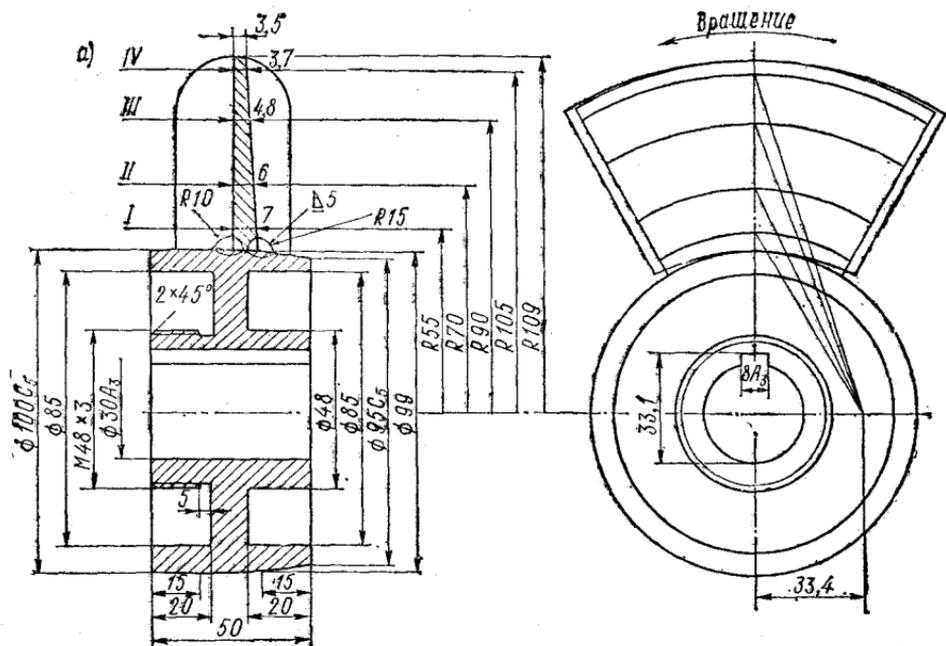


Рис. 302. Ротор (а) и обтекатель ступицы ротора (б). Материал — латунь Л-62.

вают к обечайке и протачивают ее внутреннюю поверхность по размерам. Заготавливают 5 лопаток спрямляющего аппарата, изгибают и обрабатывают их поверхность по шаблону. Вытачивают ступицу, подгоняют и приваривают к ней лопатки, затем протачивают спрямляющий аппарат в сборе по наружному диаметру с подгонкой по внутренней поверхности сопла.

Вставляют спрямляющие лопатки со ступицей в сопло, проверяют соосность и перпендикулярность торцев сопла и ступицы и производят их сварку. Окончательно протачивают отверстие в ступице под резино-металлический подшипник, посадочные диаметры фланцев, и тщательно зачищают внутреннюю поверхность сопла.

На рис. 298 показано сопло, отформованное, как и водозаборник, из стеклопластика. Изготовление такого сопла менее трудоемко, чем металлического, точность сборки можно обеспечить, только используя специальный кондуктор для сварки лопаток со ступицей, а затем и формовки самого сопла. В этой конструкции лопатки кроме ступицы приваривались еще к переднему фланцу сопла.

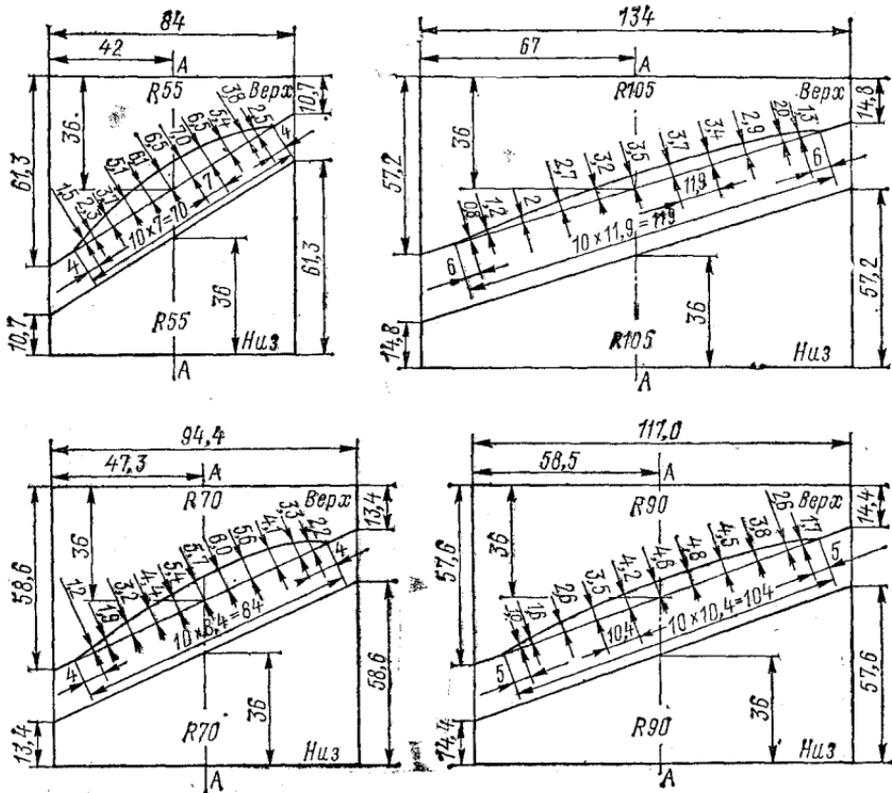


Рис. 303. Шаговые угольники для изготовления ротора $D = 218$ мм. $H = 210$ мм.

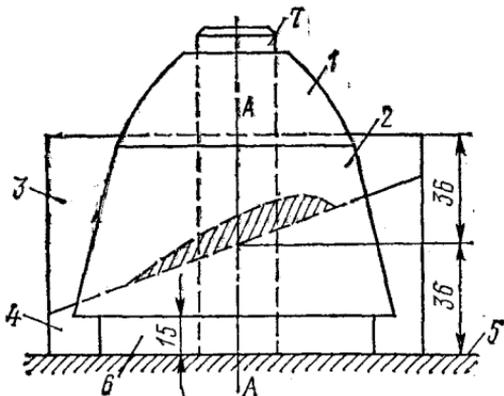
Для лучшего сцепления лопаток со стеклопластиком на торцах лопаток напильвалились неглубокие зубья.

Внутренние поверхности пластмассового водозаборника и сопла тщательно обрабатываются шкуркой и покрываются двумя-тремя слоями эпоксидного лака.

Водомет можно снабдить реверсивно-рулевым устройством со створками (рис. 306) или с заслонкой заднего хода и поворотной рулевой насадкой.

Рис. 304. Схема установки шаговых угольников относительно ступицы на шаговой плите.

1 — обтекатель ступицы ротора; 2 — ступица ротора; 3 — верхний шаговый угольник; 4 — нижний шаговый угольник; 5 — шаговая плита; 6 — прокладка под ступицу; 7 — штырь (фальшвал).



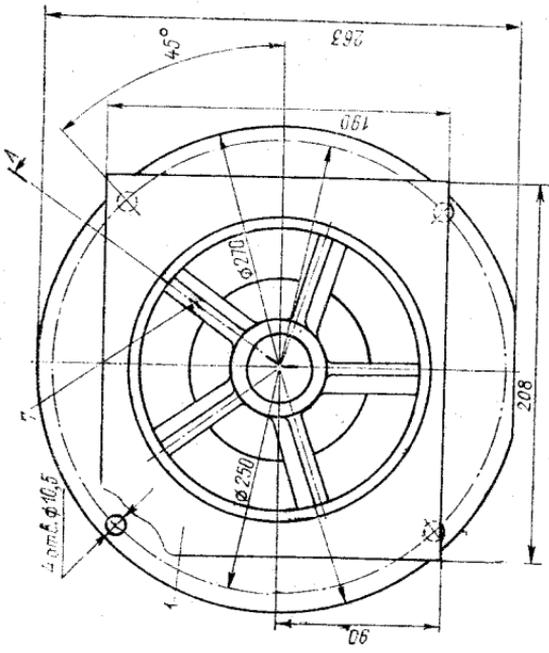
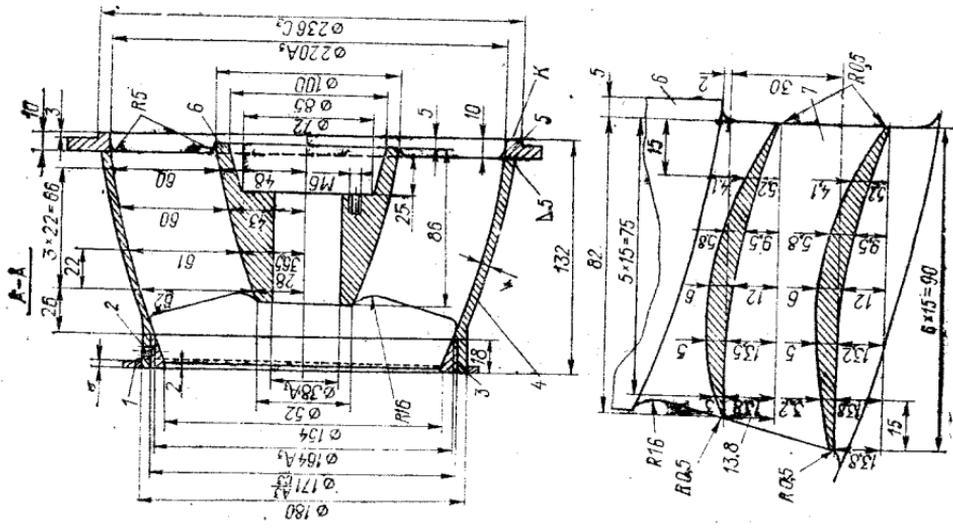


Рис. 305. Сопло сварной конструкции. Неперпендикулярность плоскости К оси сопла допускается не более 0,1 мм
 1 — кормовой прямоугольный фланец; 2 — стопорный винт М5 X 10 сменного кольца, 3 шт.; 3 — кольцо; 4 — обечайка; 5 — носовой круглый фланец; 6 — ступица; 7 — спрямляющие лопатки.

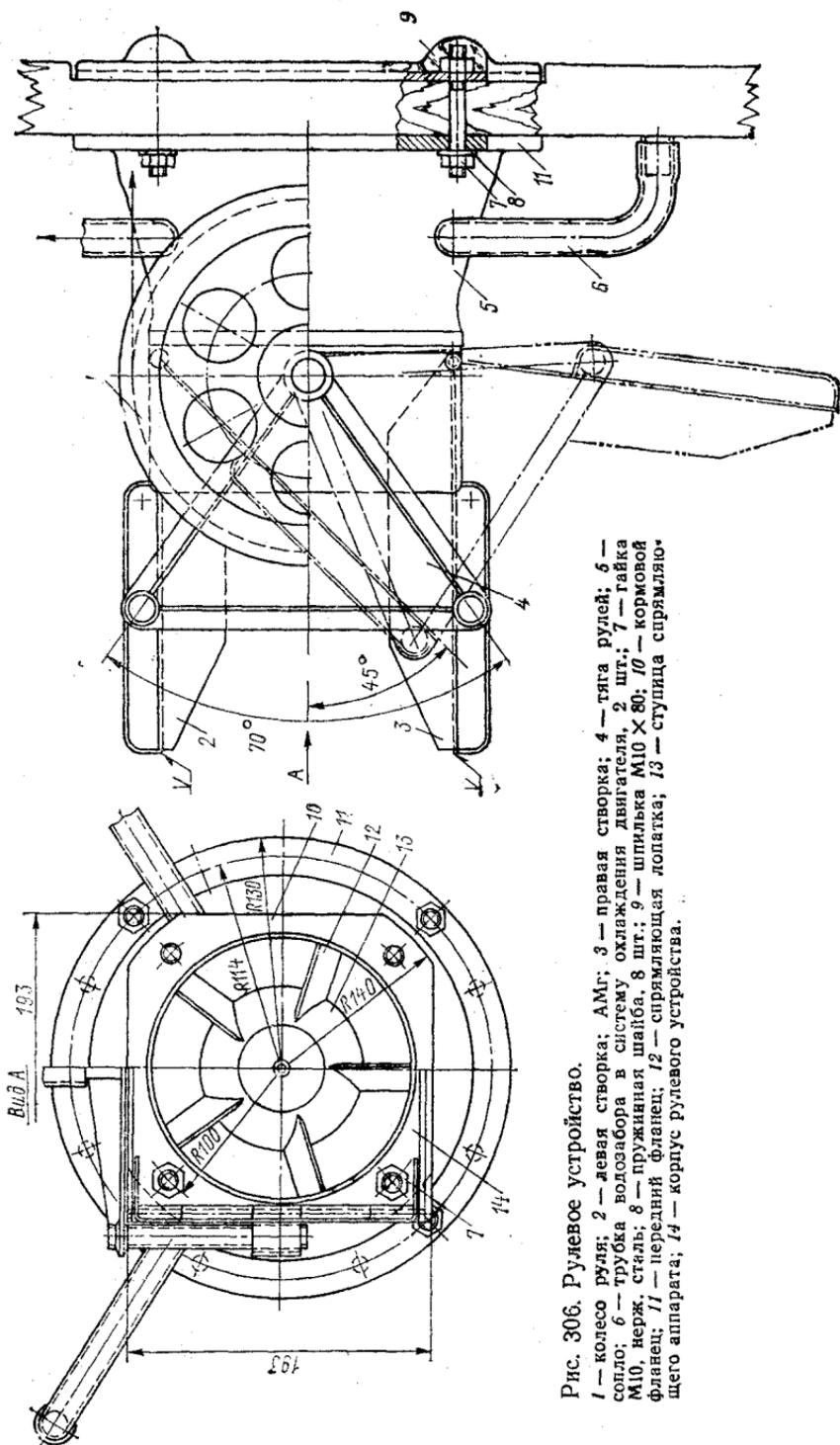


Рис. 306. Рулевое устройство.
 1 — колесо руля; 2 — левая створка; АМг; 3 — правая створка; 4 — тяга рулей; 5 — сошло; 6 — трубка волозабора в систему охлаждения двигателя; 2 шт.; 7 — гайка М10, нерж, сталь; 8 — пружинная шайба, 8 шт.; 9 — шпилька М10 X 80; 10 — кормовой фланец; 11 — передний фланец; 12 — спрямляющая лопатка; 13 — ступица спрямляющего аппарата; 14 — корпус рулевого устройства.

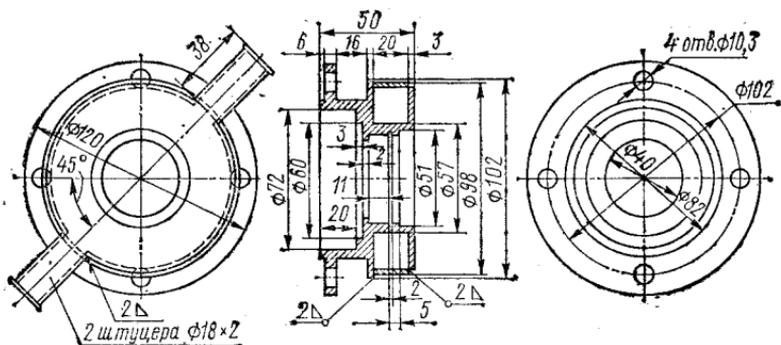


Рис. 307. Корпус упорного подшипника.

На выходном отверстии сопла предусмотрены сменные конусные кольца, которые крепятся стопорными винтами М5. Их назначение разъяснялось в § 7 главы 1. При доводке катера, если он не разовьет достаточной скорости, а двигатель — номинальной частоты вращения, нужно для начала поставить кольцо большего диаметра, а затем уже искать другие причины.

Упорный подшипник № 46306 с латунным сепаратором охлаждается забортной водой, циркулирующей в рубашке латунного корпуса подшипника (рис. 307). На конце гребного вала (рис. 308), обращенном к подшипнику, сделана проточка для упорной втулки подшипника, а в торце противоположного конца нарезана резьба для винта, при помощи которого на валу крепится втулка с наружным диаметром 30 мм под стандартный резино-металлический подшипник 30 × 90 ГОСТ 7199—54. Вал должен входить в этот подшипник свободно, под действием своего веса.

Двигатель соединяется с гребным валом коротким промежуточным валом, изготовленным из укороченного карданного вала автомобиля «Волга» и имеющим по концам эластичные муфты (рис. 309). Эластичными звеньями служат шайбы толщиной 16 мм, вырезанные из резино-тканевой ленты. Благодаря такому шарнирному соединению с гребным валом двигатель можно установить на амортизаторы, что снижает уровень шума и вибрацию, передаваемую на корпус.

Звукоизолирующий откидной капот на двигатель можно изготовить из негорючего материала (лучше из дюралюминия толщиной 0,8—1 мм). Изнутри капот обкладывают матами из рыхлого стекловолокна или из минеральной ваты толщиной 10—15 мм. Изоляция удерживается на месте зашивкой из тонкого перфорированного алюминиевого листа. Конструкция капота должна позволять откидывать его к транцу, а при необходимости и снимать с петель.

Воздухозаборники устраивают таким образом, чтобы шум из-под капота не распространялся в кокпит. Например, можно установить воздухозаборники в комингсах кокпита (обращенными наружу), а воздух под капот подвести по жестяным или пластмассовым коробам по бортам под пайолы кокпита.

В корпусе этого катера можно установить любой стационарный автомобильный двигатель мощностью выше 50 л. с. с угловым реверс-редуктором. В этом

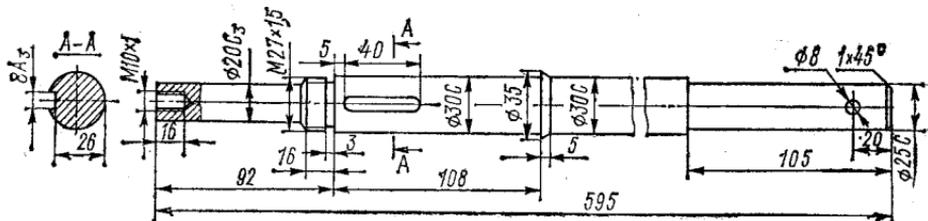


Рис. 308. Гребной вал.

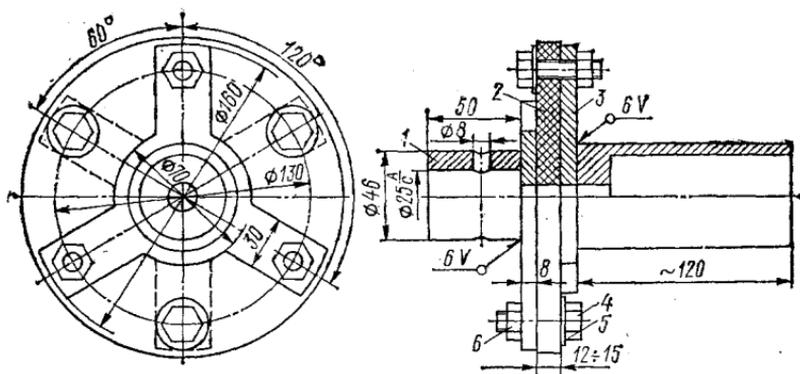


Рис. 309. Эластичная муфта валопровода.

1 — полумуфта гребного вала, Ст. 45; 2 — резино-тканевая шайба $\varnothing 165$; 3 — полумуфта промежуточного вала; 4 — болт М10, 6 шт.; 5 — шайба $30 \times 11 \times 2$, 6 шт.; 6 — гайка М10.

случае двигатель разворачивают маховиком в нос и перемещают к транцу (настолько, чтобы не затруднялось его обслуживание). Переборку на шп. 4 можно оставить, а часть двигателя и реверс-редуктор, выступающие в кокпит, закрыть капотом. Соединение двигателя с реверс-редуктором следует выполнить при помощи того же карданного вала, что существенно упростит работу по центровке двигателя с редуктором.

Разумеется, катер с выступающим ниже уровня киля рулем, гребным винтом и валом в эксплуатации, особенно на реке, будет менее удобен, чем водометный вариант.

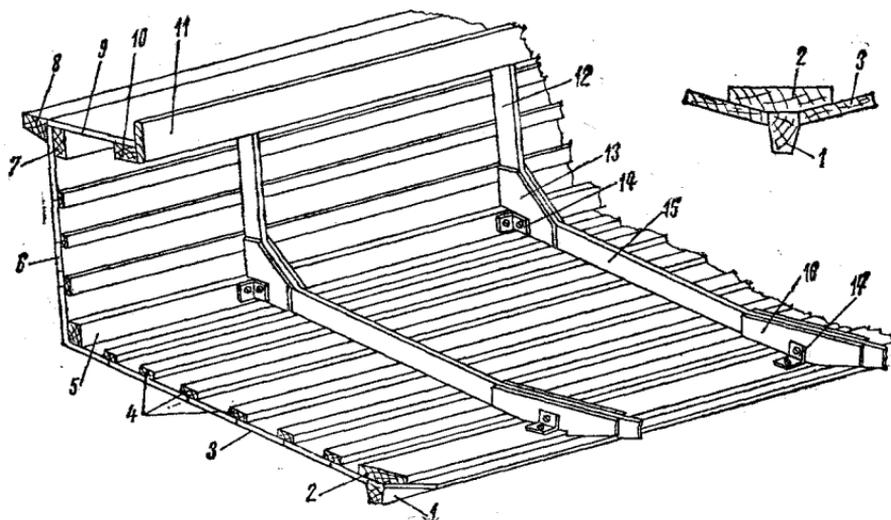


Рис. 310. Конструкция корпуса с обшивкой из досок.

1 — фальшкиль 30×25 ; 2 — киль 28×100 ; 3 — обшивка днища (доска 12×120); 4 — пазовые рейки 10×35 ; 5 — скуловой стрингер 30×60 (из двух реек по 15 мм); 6 — доска обшивки борта 10×120 ; 7 — привальный брус 22×40 ; 8 — буртик трапециевидного сечения (заготовка 30×30); 9 — настиль палубы из досок 12×120 ; покрыть парусной под буртик 8 и комингс 11; 10 — карленгс 28×40 ; 11 — комингс 8×80 ; 12 — топтимбер 22×60 ; 13 — скуловая кница из фанеры, $\delta = 5 \div 6$ (с двух сторон); 14 — угольник-коротыш $3 \times 40 \times 40$; 15 — флортимбер 22×60 ; 16 — флор (фанера, $\delta = 6$, или доска, $\delta = 22$, с одной стороны).

«Суперкосатку» с достаточно мощным двигателем можно построить с обшивкой из досок на пазовых рейках или диагонально-продольного типа. Такой корпус (рис. 310) неизбежно получается тяжелее фанерного; поэтому дощатая конструкция и не рекомендуется для варианта с подвесными моторами «Вихрь».

Конструкция набора при дощатой обшивке в основном та же, что и при фанерной. Не изменяется и количество шпангоутов. Благодаря использованию пазовых реек, связывающих смежные поясья обшивки по кромкам, можно применить сравнительно тонкие доски (на днище — 12 мм, на бортах — 10 ÷ 11 мм) и совершенно отказаться от установки днищевых и бортовых стрингеров. Продольные реданы можно приклепывать непосредственно к доскам обшивки (медными заклепками).

Проект 10. Туристский катер „КРАБ“

Основные данные	
Длина наибольшая	6,51 м
» по КВЛ	6,02 м
Ширина наибольшая	2,00 м
» по КВЛ	1,80 м
Высота борта минимальная	0,79 м
Осадка по КВЛ	0,45 м
Водоизмещение по КВЛ	1,00 т
Пассажировместимость	6 чел.
Рекомендуемая мощность двигателя	4,5—15 кВт (6—20 л. с.)
Скорость	10—12 км/ч

Неторопливые и надежные моторные лодки, сшитые местными мастерами из досок, хорошо знакомы каждому жителю северо-запада нашей страны. Глухо постукивая выхлопом самых разнообразных и порой экзотических движков, несут они свою неспешную службу на реках, озерах, в бесчисленных губах и заливах северных морей.

Прообразом этих судов послужили рыболовные и хозяйственные лодки далекого прошлого — карбасы, финки, гдовки и т. п. На смену веслам и парусу пришли моторы, а вот конструкция корпусов лодок почти не изменилась. Как и двести лет назад, делают их из досок, вытесывая шпангоуты из брусьев или изгибая их из стволов молодых свежесрубленных елей.

Находят своих поклонников такие суда и среди горожан, которые за лучший отдых считают отмерить тысячу километров по рекам родного края, а в выходные дни — пройтись до редко посещаемых сухопутными туристами мест — островов, труднодоступных по берегу глухих бухт. Больших забот своему владельцу грубо сработанный «с запасом на прочность» корпус обычно не доставляет; простенький двигатель безотказно и с минимальными затратами горючего доставляет своего хозяина куда надо. Единственно, что требуется от владельца лодки, это не спешить.

Именно для тех, кто находит наибольшее удовольствие от длительного пребывания на воде, и предлагаются чертежи «Краба» (рис. 311). Построить эту лодку может помочь любой мастер-лодочник, применив привычный для себя способ постройки и имеющийся в наличии материал. Важно выдержать обводы корпуса, которые близки к оптимальным для скоростей от 8 до 12 км/ч; соответственно не имеет смысла ставить и двигатель мощнее 20 л. с., которые выведут «Краб» на самый невыгодный в смысле сопротивления воды и расхода горючего режим — относительную скорость $F_r = 0,5 \div 0,6$. Нижний предел мощности можно определить в 3—4,5 л. с., когда появляется риск плохой управляемости и потери скорости лодки при сильном ветре. В таких случаях важен хороший упор гребного винта, который можно получить при низкой частоте его вращения (1000—1500 об/мин) и большом диаметре.

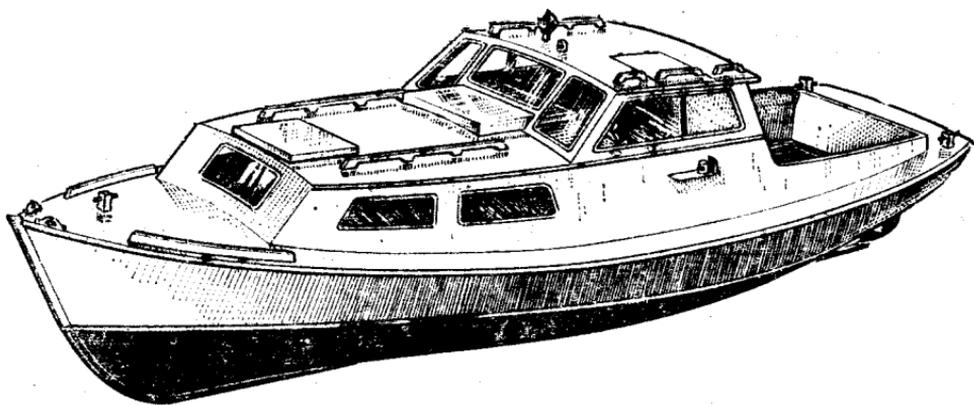


Рис. 311. Водонизмещающий туристский катер «Краб».

Как бы то ни было, на подобных катерах туристы-водники из Архангельской, Вологодской, Ленинградской и других областей совершили немало увлекательных путешествий, во время которых их не волновали ни заботы о горючем, ни ремонт двигателя или состояние погоды.

Учитывая рекомендуемую мощность двигателя, катер спроектирован с невысоким по современным стандартам бортом и рубкой небольшого объема. Для уменьшения волнового сопротивления выбран сравнительно узкий корпус ($L/B = 3,3$) с высоким коэффициентом продольной полноты $\varphi = 0,65$ (рис. 312, табл. 33). Пост управления размещен в открытой с кормы рулевой рубке, имеющей небольшую высоту — около 1,6 м. Так что если водитель открывает предусмотренный над его местом люк в крыше рубки, он может управлять катером, стоя на невысокой банкетке. Увеличивать же высоту рубки не стоит из-за влияния ветра на скорость и управляемость судна.

Здесь же — в хорошо вентилируемом и относительно свободном месте — предусмотрено расположение камбуза с газовым таганком и раковиной для мойки посуды. Когда камбуз не нужен, его можно закрыть крышкой и превратить в сиденье для двух человек. Когда готовится пища, экипаж катера может расположиться на раскладных стульчиках и кормовом рундуке. Кокпит, имеющий длину вместе с рулевой рубкой более 2 м, достаточно просторен, чтобы все 6 человек нашли себе здесь место. В дальний же поход лучше отправляться меньшим экипажем — не больше четырех человек. В каюте «Краба» места немного, поэтому двоим придется спать на надувных матрацах в кокпите. В каюте можно оборудовать шкаф для береговой одежды, небольшой шкафчик-бар, койки с небольшими рундуками и полку в форпике (рис. 313 и 314).

На чертеже общего расположения показан 8-сильный двигатель «УД2-М1» с воздушным охлаждением, спаренный с реверс-редуктором от двигателя «СМ-357Л». Такие двигатели лучше устанавливать открыто, а если закрывать капотом, то необходимо обеспечить приток воздуха для охлаждения блока цилиндров и его выброс (достаточного сечения, иначе двигатель будет перегреваться). В сырую холодную погоду струю горячего воздуха хорошо при помощи экрана направить в рулевую рубку и каюту; повешенная вблизи двигателя мокрая одежда быстро высыхает. Благодаря отсутствию системы водяного охлаждения двигателя «УД» проще в обслуживании. Добавим и еще немало важный фактор — они экономичны. С указанным «УД2-М1», например, и редуктором 1:1,64 «Краб» может развивать скорость 12 км/ч, расходуя около 0,28 л/км горючего.

Корпус катера, как уже отмечалось, можно строить различными способами, ориентируясь на постройку лодок местных типов. На чертеже конструкции показаны ламинированные шпангоуты, выклеиваемые предварительно по шаблонам из реек. Обшивка корпуса может вестись прямо по этим шпангоутам, установленным на стапеле в качестве лекал. Не исключено и применение натесных

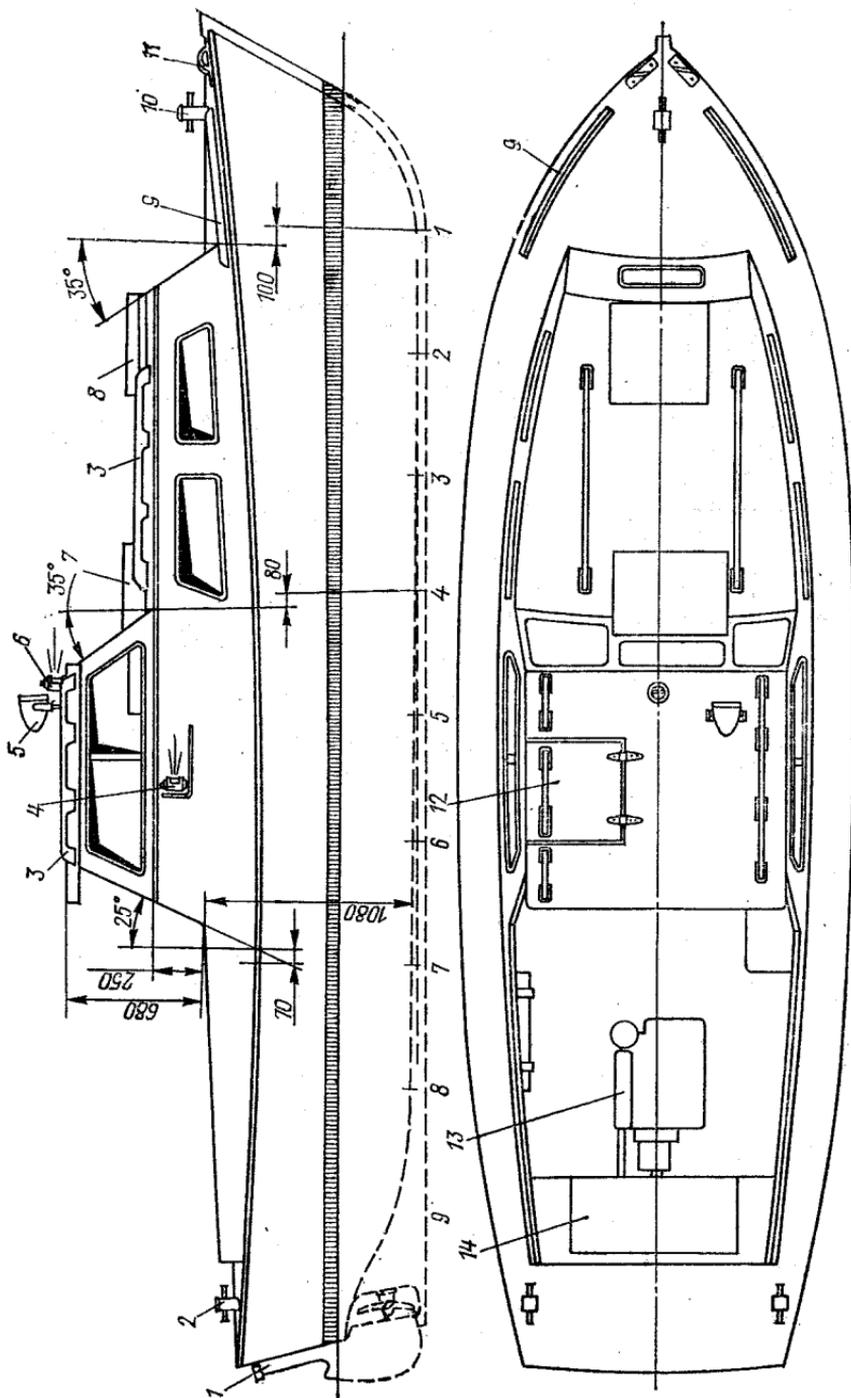


Рис. 313. Общий вид катера.

1 — навесной руль; 2 — кормовой швартовый кнехт; 3 — поручень; 4 — бортовой отличительный огонь; 5 — фара; 6 — топливный огонь; 7 — кожух сдвижного люка; 8 — Фордлюк; 9 — ножные леера; 10 — битент; 11 — люк над водителем; 12 — киповая планка; 13 — двигатель; 14 — кормовой рундук.

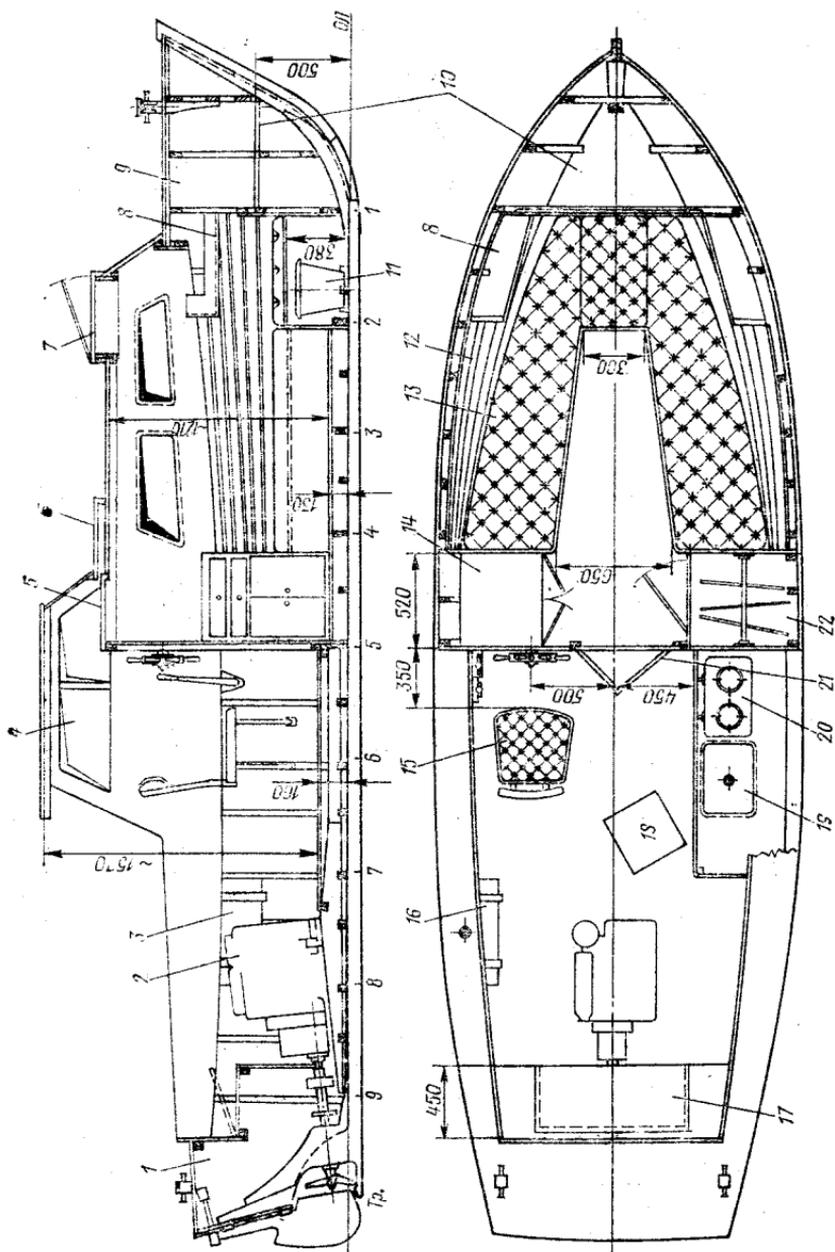


Рис. 314. Общее расположение катера.
 1 — актерник; 2 — двигатель; 3 — топливный бак; 4 — рулевая рубка; 5 — сдвигной люк; 6 — кожух крышки люка; 7 — форлюк; 8 — полка для мелких предметов; 9 — выносное ведро; 10 — полка; 11 — внутренняя зашивка бортов рейками; 12 — диван-конка; 13 — складной стул (разножка); 14 — шкаф-бюро; 15 — сиденье водителя; 16 — топливный бак; 17 — крышка рундука-сиденья; 18 — складная дверь; 19 — раковина; 20 — газовый таганок; 21 — складывающаяся двусторонняя дверь; 22 — плетяной шкаф.

шпангоутов, составные части которых, как и на многих лодках местных типов, выпиливаются из досок и соединяются между собой на накладках той же толщины. Если для изготовления шпангоутов используется дуб или ясень, заготовки делают толщиной 22—24 мм; если же применяется сосна, то толщиной 28—30 мм. При разметке на доске детали надо располагать таким образом, чтобы перетес волокон древесины был минимальным, иначе шпангоуты могут получить трещины (особенно при аварийных обстоятельствах, например при посадке на мель при волне). В лучших конструкциях натесные шпангоуты выполняют трехслойными, заменяя накладки приклеенными с обеих сторон шпангоута полосами водостойкой фанеры толщиной 4—6 мм.

Шпация — расстояние между шпангоутами — принята такой же, как и на многих народных лодках — 600 мм.

Корпус с реечной обшивкой. Корпус обшивают рейками толщиной 20 мм и шириной 40—60 мм, прикрепляя каждую рейку к ранее поставленной рейке гвоздями 3 × 60 (80 мм) с шагом 100—120 мм, а затем к шпангоутам шурупами 4 × 45 мм (рис. 315).

Рейки нужно напилить из сухих сосновых досок (годится кедр, лиственница) толщиной 25 мм, с учетом запаса на их прострагивание (3—4 мм) и на окончательную зачистку обшивки.

Начинают обшивать корпус с прилегающего к килю шпунтового пояса. Его лучше заготовить из доски шириной 150 мм. Благодаря тому, что эту доску можно сузить к форштевню, последующие рейки уже не нужно будет уменьшать по ширине в носу.

Корпус с обшивкой кромка на кромку. Доски обшивки при этом способе соединяют между собой — проклепывают по кромкам, поэтому корпус обладает достаточной жесткостью без постановки дополнительных (сверх показанных на рис. 314) шпангоутов. Для этого необходимы сосновые или еловые доски толщиной 20 мм (в чистом виде). Ширина доски в средней части длины корпуса должна составлять 120—150 мм.

К шпангоутам, килю и штевно обшивку крепят шурупами 5 × 45, а по кромкам проклепывают гвоздями-заклепками (лучше всего медными) диаметром 3,5—4 мм. Под гвозди необходимо предварительно просверлить отверстия несколько меньшего диаметра; после постановки внутренние концы гвоздей нужно расклепать на шайбах.

Корпус с дощатой обшивкой вгладь. При этом способе обшивки смежные пояса не имеют между собой никакой связи, кроме как через шпангоуты. При шпации 600 мм и толщине обшивки 20 мм особенно беспокоиться за прочность корпуса не приходится, но не исключено появление течи по пазам даже при самой плотной конопатке. В конструкции некоторых народных лодок с такой обшивкой применяют дополнительные элементы — треугольные рейки-ласты, которые закрепляют частыми металлическими скобами в разделанных снаружи пазах обшивки. Лучше же всего поставить по одному гнутому шпангоуту между указанными на чертежах натесными шпангоутами, либо вообще все шпангоуты выполнить гнутыми. Шпация в этом случае составит 300 мм, толщину обшивки можно уменьшить до 15—17 мм.

Заготовки гнутых шпангоутов выпиливают из дубовых, ясеневых (сечением 16 × 30 мм) или еловых (сечением 18 × 35 мм) реек, распаривают и ставят в корпус, после того как вся обшивка собрана на временно установленных лекалах или натесных основных шпангоутах. При варианте с гнутыми шпангоутами вес корпуса получится меньше.

Коротко остановимся теперь на изготовлении отдельных важнейших деталей корпуса.

Киль (рис. 316) можно сделать по любому из показанных на рисунке способов. Состоит киль из поставленного на ребро бруса, или собственно киля, толщиной 40 мм и резенкой — прикрепленной к верхней его кромке доски, изгибаемой на пласт, либо двух реек по бокам. Выбор зависит от возможностей строителя, но конструкция с рейками требует плотной подгонки и большего количества крепежа, чтобы предотвратить возможную течь по пазам между килем и рейками (этот вариант хорош при использовании водостойкого клея).

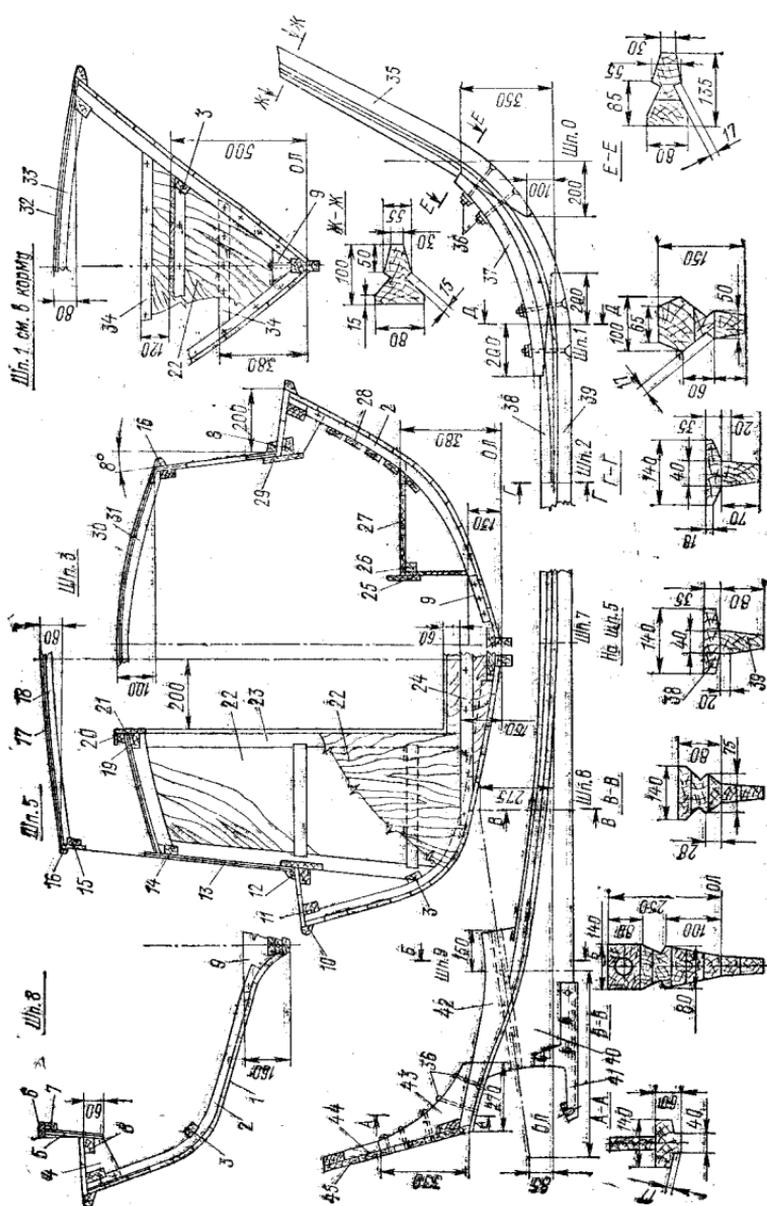


Рис. 315. Замладка и сечения по шангоутам.

7 — наружная обшивка; 2 — шангоут (ламинированный — 30 X 45; натесной — 58 X 65); 3 — бортовая стрингер 28 X 50; 4 — кница 6 — 25; 5 — комингс кокпита, фанера 6 — 8 или доска 10—12 мм; 6 — планширь 8 X 35, дуб; 7 — рейка 12 X 25; 8 — карленгс 25 X 40; 9 — флор, 6 — 30; 10 — буртик, 25 X 30; 11 — привальный брус 28 X 50; 12 — Штанг 7 — 22; 13 — комингс рубки, фанера 6 — 8 или доска 6 — 10—12; 14 — шельф 22 X 50; 15 — шельф 20 X 32; 16 — буттик, 7 — 12; 17 — крышка рулевой рубки, фанера 6 — 6; 18 — бимс 28 X 33; 19 — карленгс рубки 25 X 40; 20 — поло-са 2 X 20, лётунь или лёгкий сплав; 21 — планка 8 X 60, дуб; 22 — переборка, фанера 6 — 6 или вагонка 12—15; 23 — стойка двери 30 X 40; 24 — опорный брусок пайола; 25 X 35; 26 — планка 13 X 80; 27 — наветил косяк; доска 12 мм или фанера 6 — 6; 28 — внутренняя обшивка каюты, рейка 8 X 45; 29 — раскладка 8 X 80; 30 — крышка рубки, фанера 6 — 6; 31 — бимс 22 X 85; 32 — настел палубы, доска 15—17 мм или фанера 6 — 8; 33 — бимс 25 X 60; 34 — рейка 30 X 30; 35 — форштевень; 36 — винты М6 X 150; 37 — кноц; 38 — резенкиль 35 X 140; 39 — киль 40 X 80; 40 — кормовой дейдвуд; набрызг из брусев толщиной 140 мм; 41 — подпятник руля, сталь 6 — 3—4; 42 — накладка дейдвуда, 140 X 140; 43 — старикница, 6 — 40; 44 — обвязка транца, 28 X 65; 45 — транец, 6 — 20—22.

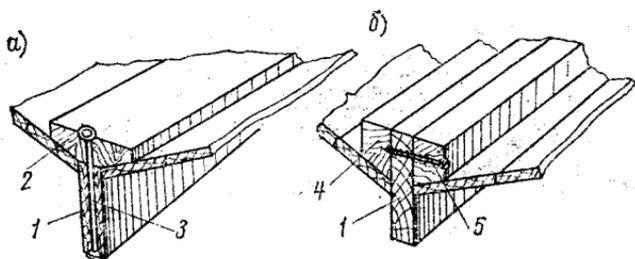


Рис. 316. Варианты сборки кия: а — с резенкилем из доски; б — с боковыми рейками.

1 — киль; 2 — резенкиль; 3 — болт М6, шаг 200—250; 4 — рейка 40 × 30; 5 — шуруп 5 × 80, шаг 120.

На конструктивном чертеже указана высота кия (вместе с резенкилем) на каждом шпангоуте. Резенкиль имеет постоянную ширину 120 мм и сужается лишь в месте соединения с форштевнем (до 70 мм). В корму от 7-го шпангоута резенкиль нужно строгать до толщины 25 мм.

Форштевень (см. рис. 315) собирают из трех частей. Для их изготовления необходимо предварительно вычертить в натуральную величину обвод форштевня по теоретическому чертежу и перенести на плаз размеры всех его деталей, руководствуясь эскизом конструкции. По полученной разметке детали предварительно обрабатывают, после чего плотно подгоняют одну к другой. Наиболее сложное дело — выбрать шпунт, т. е. сделать выемку для досок обшивки в нижней части форштевня; эту работу начисто нужно сделать уже на стапеле.

Для разметки шпангоутных рамок необходимо вычертить плазовый чертеж в натуральную величину и отложить внутрь обвода толщину наружной обшивки. Это можно сделать с помощью циркуля или гибкой рейки с приклеенными с одной ее стороны брусочками (см. рис. 73).

Накладки, флоры и бимсовые кницы проклепывают медными гвоздями-заклепками диаметром 4—5 мм с прокладкой шайбы под расклепываемый конец (можно применить и стальные оцинкованные болты). На соединения необходимо ставить столько заклепок, чтобы каждая деталь крепилась не менее чем тремя заклепками. Топгимберсы каждого шпангоута нужно связать временной поперечиной — шергень-планкой на высоте 800 мм от ОЛ.

Обшивка транца, которую рекомендуется выполнить в шпунт, собирается одновременно с обвязкой прямо на плазе.

Корпус удобнее собирать в положении вниз килем, установив сначала на стапеле по данным теоретического чертежа закладку: киль с резенкилем, форштевень и транец (см. главу 4).

Шпангоутные рамки после проверки их положения крепят к резенкилю при помощи стальных угольников-коротышей (см. рис. 78, а) или путем пропускания двух болтов М6 вертикально сквозь флоры. Угольники желательно ставить и в соединениях привального бруса со шпангоутами.

Концы холостых бимсов врезают в привальный брус. Бимсы на 1, 2, 3-м шпангоутах ставят при сборке шпангоутных рам.

Рубку монтируют после установки настила палубы, собираемого из досок толщиной 15 мм под конопатку, установки карленгса 8 (см. рис. 315) и монтажа переборки на 5-м шпангоуте. В носу «оформителем» рубки является носовой наклонный комингс, который нужно собирать из 17-миллиметровых досок или фанеры толщиной 8—12 мм. Желательно установить еще одну временную рамку у 4-го шпангоута, чтобы придать бортовому комингсу изгиб. Бимсы рубки размечают так же, как и бимсы корпуса и врезают концами в шельф (в «ласточкин хвост»). Обшивать крышу рубки можно фанерой толщиной 6 мм, вагонкой или рейками толщиной 12 мм. В любом случае крышу и палубу желательно обтянуть парусиной (на жидкой шпаклевке), закрепив ее штапиками и буртиками (см. стр. 156).

Основные данные	
Длина наибольшая	8,50 м
» по КВЛ	7,75 м
Ширина наибольшая	2,88 м
Высота борта на миделе	1,19 м
Осадка габаритная	0,70 м
Водоизмещение по КВЛ	3,7 т
Мощность двигателя	14,7—38 кВт (20—50 л. с.)
Скорость	12—18 км/ч
Пассажировместимость	До 10 чел.

Среди отзывов читателей первых изданий книги было немало писем с просьбами опубликовать чертежи для самостоятельной постройки комфортабельного и экономичного катера, рассчитанного на 5-6 человек, обладающего достаточно высокими мореходными качествами для плавания по смешанным туристским маршрутам — по большим рекам с выходом в крупные водохранилища и озера. Такие письма приходят в издательство с берегов великих сибирских рек, из бассейнов Днепра и Волги, с северо-запада страны.

Как подчеркивается в этих письмах, скорость особенно большой роли не играет; важно, чтобы катер был уютным и надежным домом на воде, который, однако, мог бы перемещаться независимо от состояния погоды. Оговаривается чаще всего и еще одно условие: чтобы расходы на горючее не оказывались слишком обременительными для семейного бюджета.

Проект подобного катера может заинтересовать не только индивидуальных судоводителей-любителей, но и профсоюзные коллективы ряда предприятий, которые имеют собственные базы отдыха на берегах рек и озер и обладают соответствующими материально-техническими возможностями для постройки небольшого судна. Нам представляется, что публикуемый проект (рис. 317) может удовлетворить обе категории строителей.

Катер довольно прост по конструкции, тем не менее его постройка требует наличия у строителя определенного опыта и во всех случаях — аккуратности в работе. Лучше, если «Сивуч» будет для тех, кто собирается его строить, не пер-

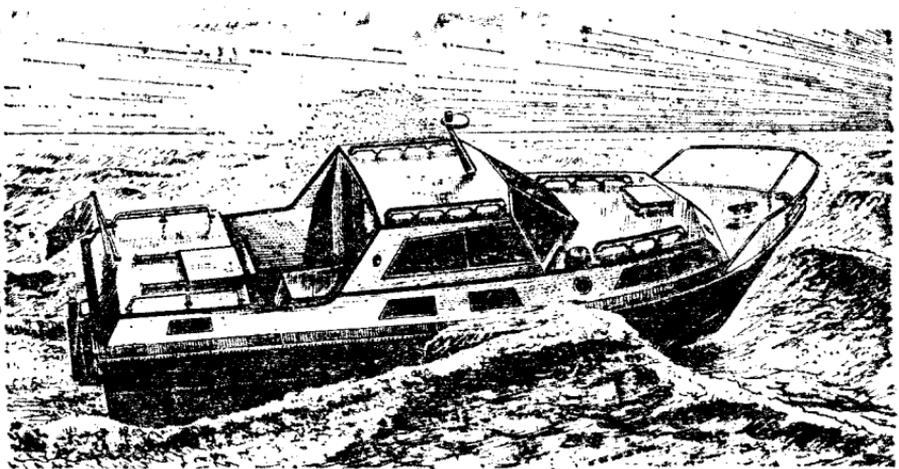


Рис. 317. Туристский катер «Сивуч».

вой лодкой; иначе не удастся избежать многочисленных переделок и излишних затрат труда.

Выбор размерений «Сивуча» определялся желанием разместить 5-6 человек в трех отдельных каютах, причем одна из них должна была быть расположенной изолированно — в кормовой части катера. Это оказывается возможным реализовать при длине корпуса не менее 8,5 м. Да и при такой длине для получения в кормовой каюте двупальной койки полной длины пришлось сделать «врезку» в кокпит, где выгородка над ногами лежащих служит сиденьем. Конечно, ширина корпуса позволяет расположить койку и поперек катера — у самого транца, но, как показывает опыт, поперечные койки всегда оказываются менее удобными (хотя бы из-за качки и крена судна).

Двигатель предлагается установить в кокпите, закрыв выступающую над его платформой часть капотом. При таком расположении строитель имеет определенную свободу в выборе двигателя и типа передачи на гребной вал. Размеры «моторного отсека» позволяют установить в нем двигатель от легкового автомобиля «Волга» или от «Москвича» со штатной коробкой передач или с угловым реверс-редуктором. Здесь может быть поставлен и тракторный дизель типа «Д21» или «Д22» с воздушным охлаждением, снабженный судовым реверс-редуктором или же самодельной реверсивной муфтой. Предусмотренное чертежами расположение двигателя вблизи центра тяжести катера благоприятно и с точки зрения посадки судна на воде, так как исключается возможность возникновения чрезмерного ходового дифферента на корму.

Вообще говоря, приступать к постройке «Сивуча» можно только после того, как будут решены все вопросы, связанные с выбором двигателя и передачи. Оптимальным для данного катера вариантом был бы именно дизель, однако приобрести специальные судовые дизели с отслуживших свой срок рыболовных ботов или спасательных шлюпок можно только случайно. При ограниченной мощности (18-23 л. с.) эти судовые дизели громоздки и имеют солидный вес, зато они уже снабжены реверс-редуктором и охлаждаются забортной водой. Тракторный дизель, пригодный для восстановления и службы на катере, достать проще, но при этом придется оборудовать его реверсивным устройством и модернизировать систему охлаждения. (При установке дизеля с воздушным охлаждением нужно позаботиться об отводе нагретого воздуха и охлаждении масла.)

Более доступны, но и менее экономичны автомобильные бензиновые двигатели¹. Их можно устанавливать на катере после соответствующей доработки коробки передач и системы охлаждения. Эксплуатировать их следует на мощности не выше 50-60 % номинальной, которую они развивают на автомобиле. На таком режиме и на скорости 15-17 км/ч будет реально рассчитывать на расход топлива порядка 0,5-0,6 кг/км.

Острокосые обводы (рис. 318; табл. 34) катера рассчитаны на плавание с относительной скоростью — числом Фруда $Fr = v/\sqrt{gL} = 0,40 \div 0,57$. Транец лишь частично погружен в воду; это обеспечивает плавное обтекание корпуса без значительных завихрений на малых скоростях и срыв потока — на максимальной скорости, при переходе к глиссированию. Заметим, что, если строитель располагает дизелем мощностью около 20 л. с. с редуктором, обеспечивающим частоту вращения гребного вала около 1000 об/мин, это будет удачный экономичный вариант — имеет смысл устанавливать именно этот двигатель. Скорость катера вряд ли превысит 12 км/ч, но винт достаточно большого диаметра будет обеспечивать тягу, необходимую, чтобы преодолеть дополнительное сопротивление движению при сильном встречном ветре или на волнении.

И еще один совет. Если есть возможность удлинить корпус на 1-1,2 м, делать это можно без колебаний. Это не так уж и сложно — надо «отодвинуть» транец назад на 1—2 шпации. Помимо увеличения полезного объема корпуса, это даст приближение режима эксплуатации катера к наиболее выгодной отно-

¹ Для основательного знакомства с вопросами, связанными с использованием автомобильных двигателей, рекомендуем книги Ю. С. Мухина и Б. Е. Синильщикова «Автомобильный двигатель на катере» (Л., Судостроение, 1980) и В. А. Лазарева «Автомобильные двигатели в катеростроении» (Судостроение, 1966).

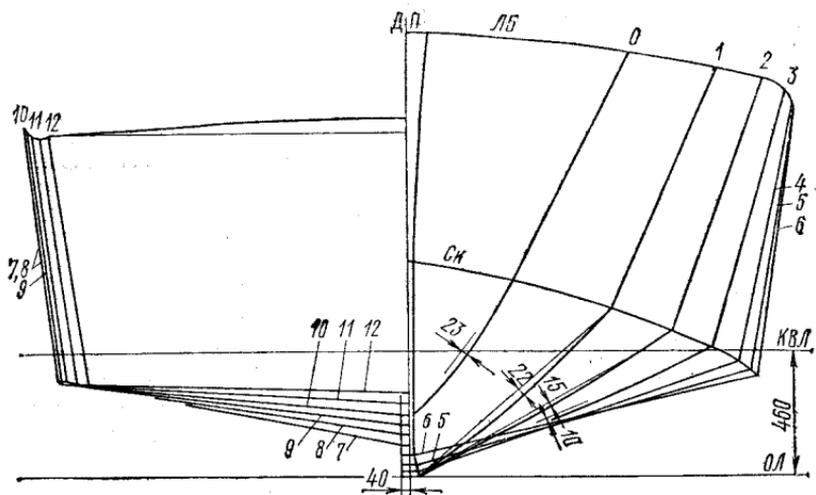


Рис. 318. Корпус теоретического чертежа.

сительной скорости $F_g = 0,30 \div 0,35$, при которой доля волнового сопротивления заметно снижается. В этом случае потери скорости из-за увеличения размера и веса не будет; наоборот, при той же мощности двигателя скорость даже несколько повысится.

В то же время следует предостеречь от установки на «Сивуч» двигателя мощнее 50 л. с. Существенного прироста скорости не получится, хотя расход горючего возрастет; катер будет идти с большим ходовым дифферентом на корму. Для более высоких, чем 18–20 км/ч, скоростей уже необходимы другие обводы кормовой части корпуса.

Существенной деталью корпуса является плавник, закрепленный к килю. Он обеспечивает устойчивость катера на курсе при сильных боковых ветрах, а также предохраняет от поломки винторулевой комплекс при посадке на мель. К слову сказать, для упрощения конструкции руль можно навесить на транец, как на катере «Краб»: в этом случае отпадает необходимость в устройстве гельмпорта с сальником, упрощается и штуртросовая проводка.

Благодаря хорошей остойчивости и высокому надводному борту «Сивуч» может выходить в открытые водохранилища при волнении до 3 баллов (максимальная высота волны — 1,2 м). Если выполнить платформу кокпита водонепроницаемой, а отверстие люка под двигатель и вырезы в переборках для дверей снабдить комингсом высотой 100–150 мм, катер будет практически незаливаемым. Платформа кокпита поднята над ватерлинией, что позволяет установить сливные шпигаты (желательно — с невозвратными клапанами) для удаления попавшей в кокпит воды за борт.

При открытом капоте двигатель, установленный в кокпите, становится легко доступным для обслуживания. Топливные баки, расположенные по бортам от него, следует отделить от моторного отсека продольными переборками с огнестойкой изоляцией. Отсеки, в которых установлены баки, необходимо оборудовать надежной вентиляцией.

Для удобства осмотра и ремонта баков в платформе над ними следует предусмотреть съемные листы; эти листы следует крепить к набору шурупами или винтами — без применения клея (разумеется, с уплотнительной прокладкой для герметизации).

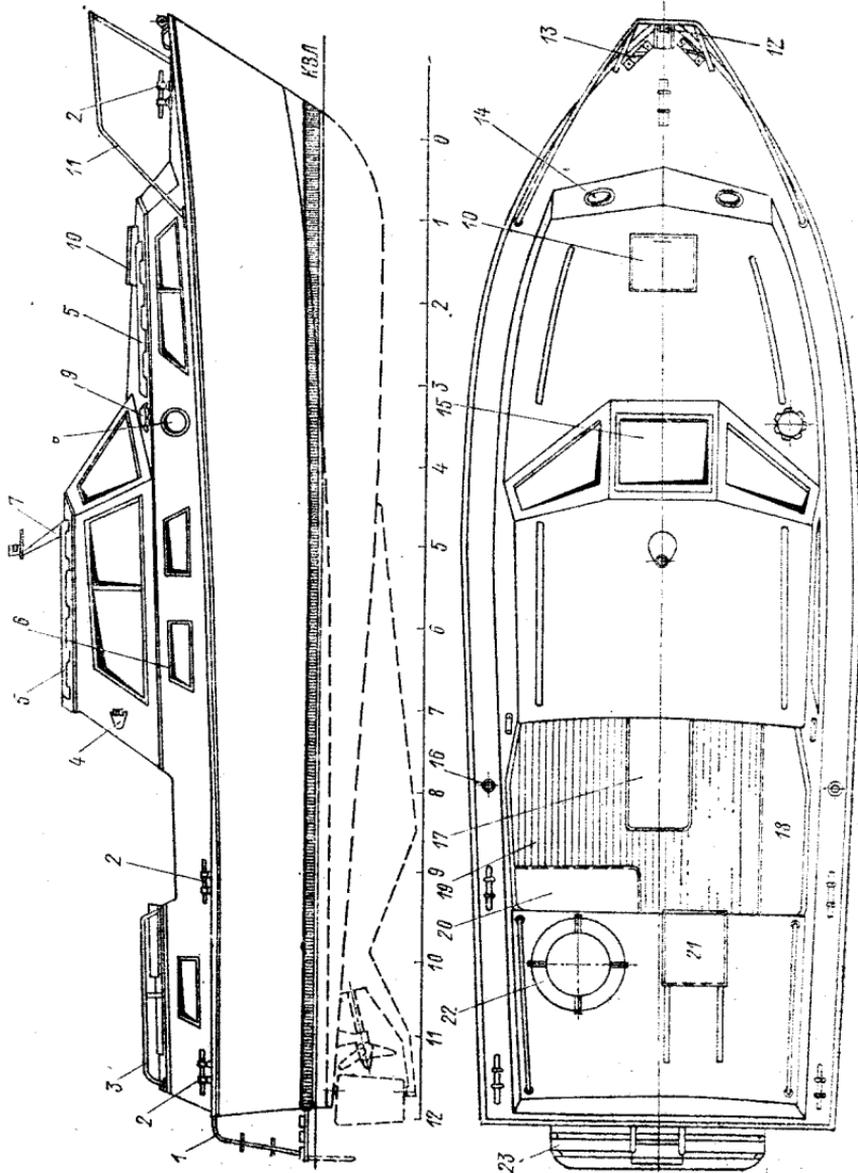
Выхлопной трубопровод от двигателя можно вывести в правый борт, а лучше всего провести его по правой скуле в корму и сделать выпускное отверстие в транце на уровне ватерлинии.

Общее расположение катера приведено на рис. 319–321.

Кормовая каюта имеет небольшую высоту — всего 1,2 м, однако, как показывает опыт, этого вполне достаточно, учитывая ее основное назначение: слу-

Рис. 319. Общий вид катера.

1 — заборный трап; 2 — швартовая утка; 3 — трубчатое ограждение поручень; 4 — фонарь отличительного огня; 5 — деревянный поручень; 6 — иллюминатор (только на правом борту); 7 — стойка тополового огня; 8 — открывающийся иллюминатор в туалете; 9 — вентиляционная головка; 10 — аварийный и вентиляционный люк; 11 — носовой релинг; 12 — роульс. Для якорного каната; 13 — киновая планка; 14 — круглый иллюминатор; 15 — открывающаяся иллюминатор в лобовой стенке рубки; 16 — запорочная горловина топливных баков; 17 — кожух двигателя, наверху — столик; 18 — сиденье-рундук; 19 — кокпит; 20 — выгородка (выступ) спальной каюты) — сиденье; 21 — слезная крышка люка; 22 — спасательный круг; 23 — площадка для купания в швартовки.



Т а б л и ц а 34. Таблица ординат теоретического чертежа катера «Сивуч»

Линия теоретического чертежа	Номера шпангоутов						
	0	1	2	3	4	5	6
	Высоты от ОП, мм						
Киль	230	5	0	0	21	46	78
Скула — Ск	715	615	531	468	422	395	377
Борт — ЛБ	1560	1515	1470	1423	1386	1351	1321
	Полушироты от ДП, мм						
Скула — Ск	330	750	980	1134	1230	1287	1300
Борт — ЛБ	822	1152	1328	1410	1438	1440	1430
Линия теоретического чертежа	Номера шпангоутов						
	7	8	9	10	11	12 (Тр.)	9½
	Высоты от ОП, мм						
Киль	118	160	198	235	272	305	215
Скула — Ск	375	362	355	353	353	356	352
Борт — ЛБ	1297	1280	1269	1262	1462	1270	1264
	Полушироты от ДП, мм						
Скула — Ск	1304	1300	1286	1265	1235	1190	1278
Борт — ЛБ	1421	1412	1395	1370	1330	1290	1382

П р и м е ч а н и я: 1. Ординаты даны по наружной обшивке. 2. Основная плоскость ОП расположена на 469 мм ниже КВЛ. 3. Высоты для транца даны в истинном виде, с учетом его наклона. 4. Дополнительные конструктивные шпангоуты 8' и 10' изготавливаются по месту — в собранном и обшитом корпусе. 5. Расстояние между шпангоутами (шпация) — 630 мм.

жить спальным помещением. При семейном плавании ее можно представить детям. При наличии на борту гостей сюда, отдавая долг гостеприимству, может переместиться владелец катера.

Самое светлое и высокое (около 2 м в свету) помещение в средней части судна отведено под салон. Здесь же на левом борту оборудованы пост управления катером и камбуз. Стол по правому борту необходимо сделать съемным или опускающимся до уровня поперечных сидений; это позволит превращать обеденный уголок в спальное место для двух человек. Матрацами могут служить спинки сидений, укладываемые на столешницу.

Пост управления желательнее оборудовать складным креслом, чтобы водитель мог при желании управлять катером и стоя. Не повредит и сдвижной люк в крыше рубки над водителем; высунувшись в такой люк, он получает прекрасный обзор на 360° и вверх, что бывает необходимо, например, при шлюзованиях и некоторых других сложных условиях плавания.

Носовой двухместный кубрик отделен от салона двойными переборками, между которыми расположены туалет и платяной шкаф. Высота в кубрике 1,6 м; в крыше рубки сделан люк для вентиляции помещений и работы со швартовными и буксирными концами, крепящимися за носовую утку.

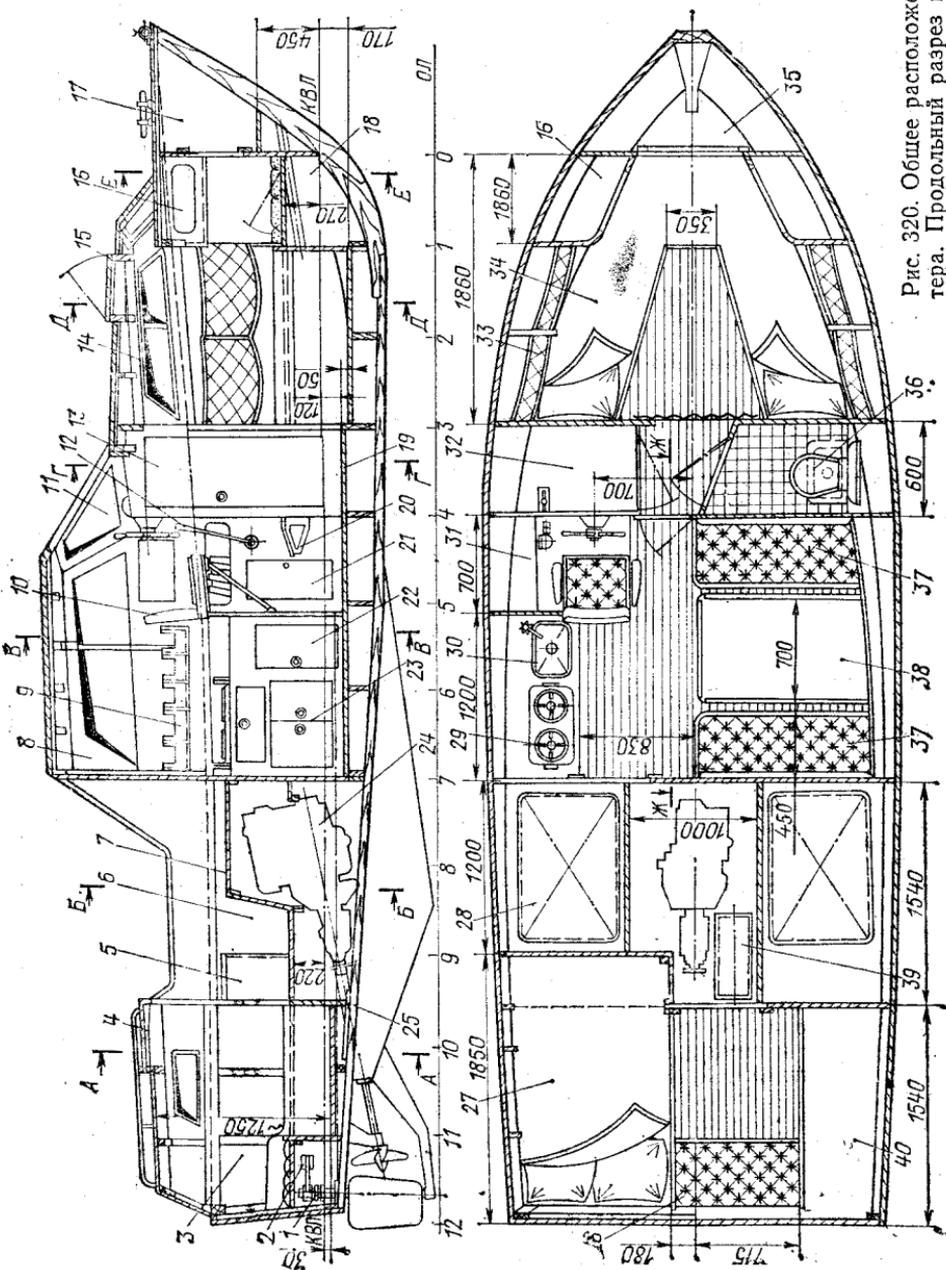


Рис. 320. Общее расположение каюта. Продольный разрез и план.

7 — рулевое устройство; 2 — румпельный отсек; 3 — стальная каюта; 4 — сливной люк; 5 — сливной люк; 6 — кокпит; 7 — кокпит двигателя; 8 — главный салон; 9 — полка для посуды; 10 — сиденье (стальное) водителя; 11 — рукоятка подачи топлива (или дроссельной за-

стонки); 12 — рукоятка реверса; 13 — дверца платяного шкафа; 14 — носовой люк; 15 — откидной люк; 16 — полка; 17 — форшак; 18 — рундук; 19 — пайол; доски 20 мм, сверху — дилеолем; 20 — подножка водителя; 21 — провизионный шкаф; 22 — место для мусорного ведра; 23 — шкаф для провизии и посуды; 24 — двигатель; 25 — ледвудная труба; 26 — сиденье; 27 — двухсальная койка; 28 — топливная цистерна; 29 — газовая плита в карданном подвесе; 30 — раковина; 31 — полка для посуды по навигации; 32 — стол для карты; 33 — сетка для личных вещей; 34 — койка; 35 — полка в форнике; 36 — унитаз с прокачкой заборной водой; 37 — диван, внизу рундук; 38 — стол; 39 — аккумуляторная батарея; 40 — комод; 41 — рундук; 42 — картина; 43 — дверь в спальную каюту; 44 — полочка для посуды; 45 — трап; 46 — ниша для штуртовых хонцов и тресцев; 47 — дверь в салон; 48 — иллюминатор в переборке; 49 — откидное сиденье; 50 — стемный настил над цистерной; 51 — моторный отсек; 52 — открывающийся иллюминатор; 53 — дверца форника; 54 — дверь; 55 — выгородка места водителя; 56 — штурвал; 57 — открывающийся иллюминатор; 58 — глухой иллюминатор; 59 — спанка дивана; 60 — ниша для посуды; 61 — полки для одежды; 62 — платяной шкаф; 63 — дверь в туалет; 64 — открывающийся иллюминатор; 65 — иллюминатор; 66 — иллюминатор умывальник; 67 — дополнительные иллюминаторы на правом борту.

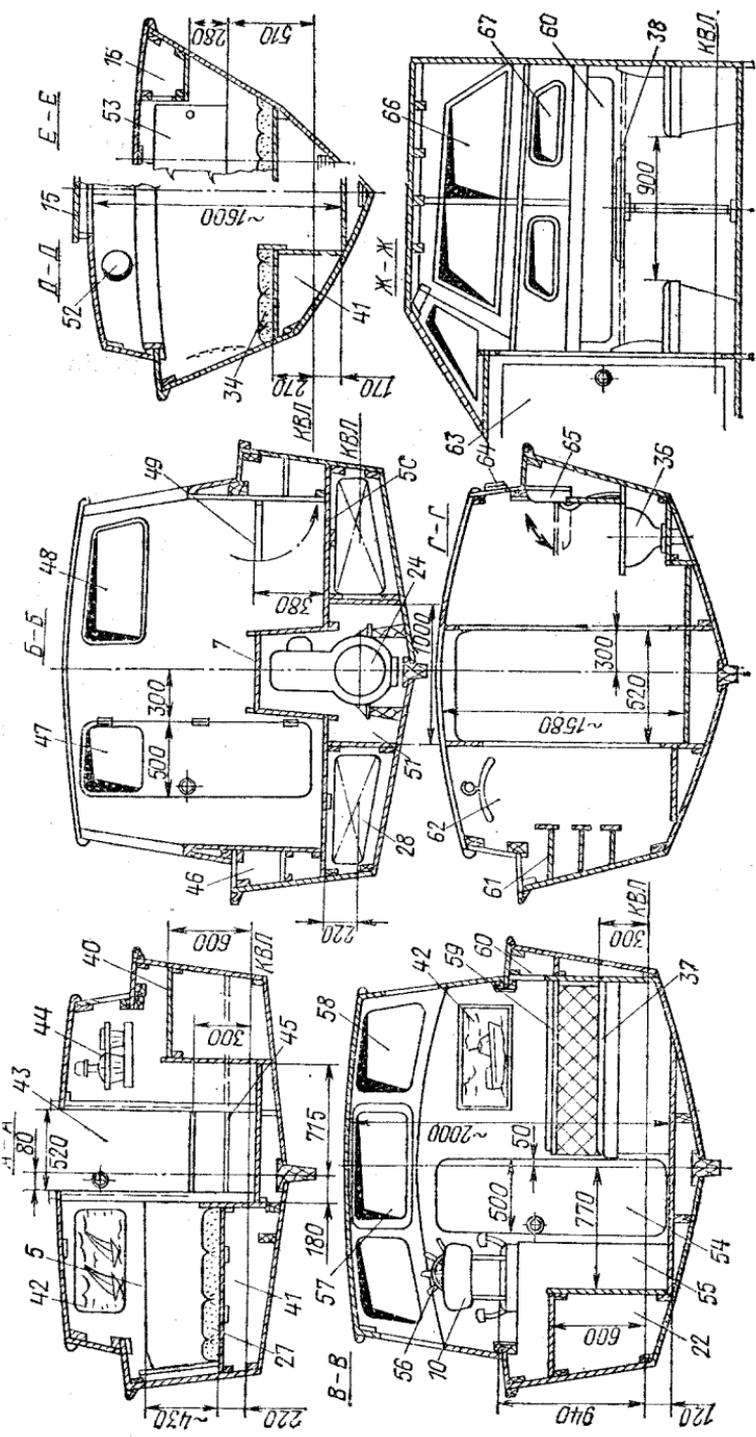


Рис. 321. Общее расположение. Поперечные сечения.

Во всех трех каютах в рундучках (под койками и диванами) и на полках имеется достаточно места для размещения походного снаряжения и личных вещей.

При небольшом удлинении корпуса дополнительные спальные места можно будет оборудовать и на платформе кокпита — под теплом, но этот вариант рекомендуется при эксплуатации «Сивуча» преимущественно в широтах с теплым климатом.

Корпус катера может быть обшит любой водостойкой фанерой (бакелизированной — толщиной 7 мм или авиационной — толщиной 8—10 мм) либо досками по одному из двух вариантов. Более надежный вариант — это обшивка на пазовых соединительных рейках, когда все пазы между досками изнутри перекрываются рейками, врезанными в шпангоуты и переборки (см. рис. 323). Обшивочные доски толщиной 12-15 мм проклеиваются с кромками пазовых реек. Расстояние между шпангоутами может быть оставлено таким же, как и при фанерной обшивке, т. е. равным 630 мм (за исключением кормовой части корпуса, где в связи с установкой переборки спальной каюты между шп. 9 и 10 конструктивные шпангоуты не совпадают с теоретическими). Обшивка на пазовых рейках получается прочной, легкой и водонепроницаемой. Недостатком этого варианта является необходимость использовать длинные доски; возрастает и объем работ, поскольку приходится врезать рейки в шпангоуты.

Другой вариант — двойная диагональная обшивка планками толщиной около 7—8 мм — позволяет использовать короткомерный материал, достать который несколько проще. Обтравленные короткие отрезки досок без сучков и других дефектов подгоняются и крепятся (к килю и скуловым стрингерам — на днище, к скуловым стрингерам и привальным брусам — на бортах) под углом 45°. Уложив первый слой обшивки, ее прострагивают снаружи, укладывают уплотнительный слой тонкой ткани на краске и обшивают корпус вторым слоем таких же планок, располагая их под углом 90° к предыдущим. Затем планки обоих слоев проклеиваются между собой. Недостатком этого способа является необходимость тщательной защиты торцов планок (у киля и стрингеров) от влаги, а также большая трудоемкость монтажа. Для обеспечения жесткости обшивки при этом варианте следует установить бортовые и днищевые стрингера, разбивающие панели обшивки на примерно одинаковые по ширине участки. Эти же «дополнительные» стрингера необходимы и при обшивке корпуса фанерой.

Конструктивные чертежи корпуса катера приведены на рис. 322—325. Но, прежде чем приступать к изготовлению шпангоутных рам и заготовке других деталей, строителю необходимо тщательно проработать установку в корпусе именно того двигателя, которым он располагает. Для этого необходимо вычертить в возможно более крупном масштабе (1:5 или даже в натуральную величину) продольный разрез кормовой части катера и, наложив на него кальку с «габариткой» двигателя вместе с реверсивным устройством (естественно, в том же масштабе), добиться приемлемого положения линии гребного вала. Исходная точка — это положение кормового конца вала. Она находится в месте расположения диска гребного винта. Диаметр винта можно принять 400—420 мм, а расстояние от оси вала до киля — около 470 мм. Угол наклона двигателя не должен превышать 12° для обеспечения нормальных условий работы системы смазки и карбюратора.

Затем в том же масштабе вычерчиваются два-три поперечных сечения корпуса. Это делается для того, чтобы уточнить расположение двигателя относительно продольного набора корпуса, уточнить необходимую высоту продольных брусков фундамента и их отстояние от ДП (на приводимых чертежах шпангоутов оно обозначено буквой «А»). Чаще всего двигатель удастся закрепить на фундаменте только при помощи поперечных стальных балочек — траверз; они позволяют установить двигатель как можно ниже и выдержать требуемую по соображениям жесткости конструкции высоту продольных подмоторных брусков.

Важно, чтобы подмоторные брусья надежно крепились к продольным связям — стрингерам, которые будут разносить нагрузки от двигателя (в том числе и нагрузки вибрационного характера) на несколько шпангоутов и жестких переборок — на возможно большую длину катера. В противном случае будет неизбежно расшатывание конструкции днища при длительной работе двигателя, а как следствие — водотечность корпуса. Кроме того, надежное соединение со

стрингерами способствует сохранению неизменной центровки линии гребного вала при различных случаях эксплуатации (посадка на мель, подъем на берег и т. п.).

При проработке установки двигателя на фундамент нужно учесть также расположение сливной пробки картера и возможность размещения под двигателем поддона для сбора масла при его замене.

Несмотря на большие размеры «Сивуча», его корпус можно собирать хорошо известным судостроителям-любителям способом — в положении вверх килем с обшивкой по выставленным на стапеле шпангоутным рамам. Полезно уже при предварительной сборке шпангоутных рам устанавливать на них детали, которые в дальнейшем потребуются для крепления коек, шкафчиков, пайолов и т. п. Для этого строителю необходимо заранее тщательно проработать чертежи общего расположения и размещения оборудования. Переборки предусмотрено изготавливать из двух листов фанеры толщиной 4 мм с расположением набора между ними. В местах крепления к переборкам различного оборудования необходимо заранее заложить между фанерными стенками сухари — наполнители из реек, прикрепленных к стойкам и обвязке.

При сборке всех конструкций рекомендуется применять только соединения на водостойких клеях — эпоксидном, ВИАМ Б-3, резорциновом и т. п.

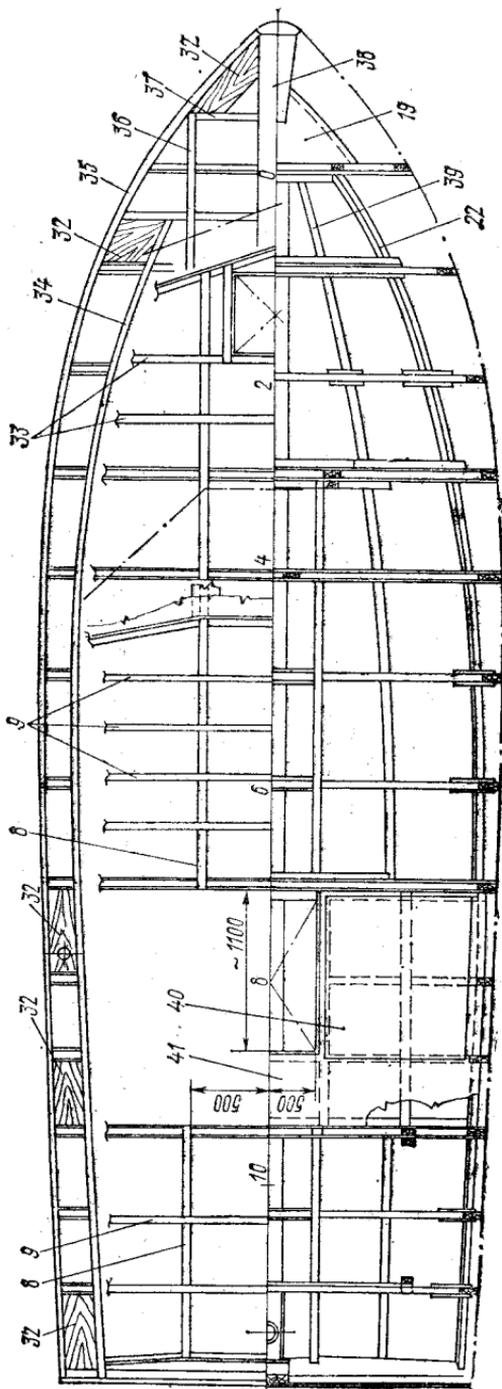
Основные технологические приемы сборки узлов и всего корпуса были подробно рассмотрены в предыдущих главах на примере более простых судов. Сивучив в памяти забытое и опираясь на свой предыдущий опыт, строитель «Сивуча», даже не будучи профессионалом, сможет преодолеть все возникающие трудности. Прежде чем снять обшитый корпус со стапеля, необходимо изготовить прочное основание, на котором катер будет стоять довольно продолжительное время и набирать вес, постепенно насыщаясь оборудованием. Это же основание — сани — окажется в дальнейшем полезным и для хранения катера на берегу в межнавигационный период, поэтому стоит затратить на него хороший материал и не пожалеть труда. Корпус катера должен опираться на три кильблока, расположенных точно под поперечными переборками на шп. 3, 7 и $9\frac{1}{2}$ с тем, чтобы не нагружать обшивку и продольный набор днища. Кильблоки делают из брусев толщиной 75—100 мм по шаблонам, снятым непосредственно с корпуса в соответствующих местах днища. Верхние кромки кильблоков обивают войлоком или парусиновыми рукавами, заполненными мягкой ветошью.

Обшитый корпус, но без палубы, рубки и внутренней обстройки весит немногим более 500 кг, поэтому снять его со стапеля и раскантировать в нормальное положение можно усилиями 8-10 человек, если нет возможности воспользоваться автокраном или же мощными талями.

До установки палубы рекомендуется смонтировать внутри корпуса обрешетник для мебели, подогнать на место пайолы. Затем в бимсы и полубимсы врезают карленгсы 34 (см. рис. 323), окаймляющие по бортам вырез в палубе для рубок и кокпита, мидельвейс и палубные стрингера; со всех кромок палубного набора снимается малка до плотного прилегания фанерного настила. Вырезаются по месту и крепятся на клею и шурупах листы палубного настила; сверху по краям выреза под рубки и кокпит устанавливаются накладки 60 с заранее скошенной под нужный угол наружной вертикальной гранью. Такие же бруски ставят на транец для крепления кормового комингса и на палубу между шп. 3 и 4 для лобового. Для правильного оформления рубки придется установить поперечный шаблон в районе шп. 4; по окончании монтажа крыши рубки шаблон можно будет убрать.

При монтаже рубки сначала ставят на место боковые и лобовой комингсы, тщательно подгоняют их друг к другу, размечают вырезы под иллюминаторы, заготавливают бруски и стойки, при помощи которых комингсы будут соединяться между собой. Убедившись в плотности подгонки всех кромок и деталей, устанавливают комингсы на место, по их верхним кромкам ставят шельфы 53 — опорные бруски, в которые врезают концы бимсов. Бимсы рекомендуется выполнять ламинированными — выклеенными из тонких реек, а наружную рейку, обращенную вниз, сделать из твердой древесины — дуба или ясеня. Такие бимсы при малом поперечном сечении легки и достаточно прочны, чтобы выдержать вес человека, оказавшегося на крыше — ситуация, кстати сказать, не такая уже редкая в процессе эксплуатации катера. Дополнительную прочность бимсам при-

84 — стойка переборки шкафа, 30 × 30; 85 — оформитель переборки, 20 × 70; 86 — бимс переборки шп. 3; 20 × 180; 87 — стойка переборки гальюна, 30 × 35; 88 — раскладка, 8 × 28; дуб или кр. дерево; 89 — опорная рейка койки, 22 × 30; 90 — кница обвязки кокс, $\delta = 4$; 91 — кница — торцевая стенка полки $\delta = 6$; 92 — бимс шп. 1; 25 × 80; 93 — флор транца, 28 × 150; 94 — стойка, 28 × 30; 95 — шельф — опора койки, 28 × 30 × 60; 96 — кница, $\delta = 6$ с одной стороны; 97 — стойка транца, 40 × 150; 98 — зашивка транца, фанера $\delta = 9$; 99 — стойка 30 × 50; 100 — детали обвязки транца, $\delta = 25$.



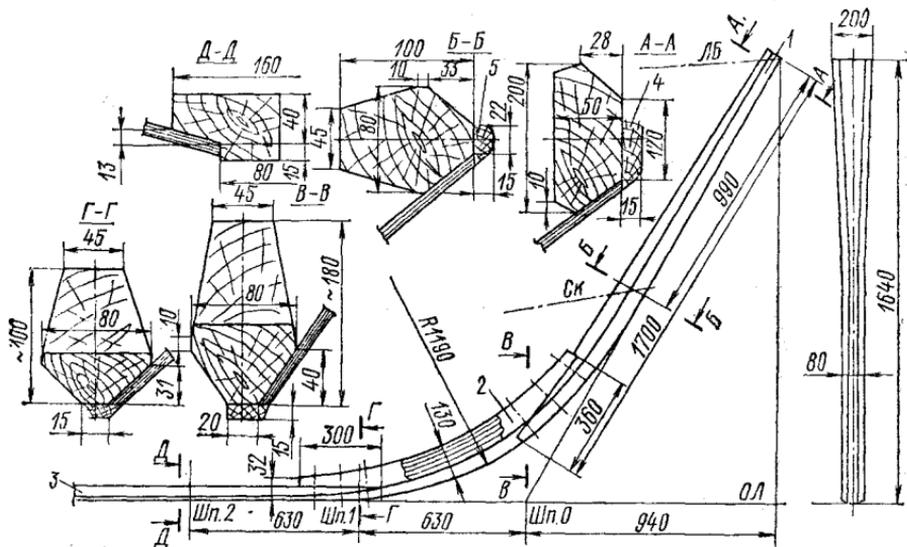


Рис. 325. Форштевень в сборе с килем.

1 — верхняя часть форштевня; 2 — кноп; 3 — киль; 4 — накладка 150 × 15, дуб; 5 — рейка 50 × 15, дуб.

дают карленгсы 8, опирающиеся на торцевые комингсы рубки и поперечные переборки.

Предлагаемый вариант оборудования — типовой для катеров длиной 8,5—9,5 м — обеспечивает достаточный комфорт на борту для группы из 6 человек в дальнем путешествии по внутренним водным путям. Детали оборудования и качество их исполнения зависят, конечно, от изобретательности и искусства строителя, а также от качества материалов, которыми он располагает. Важно только, чтобы вес каждого узла был по возможности минимальным. Конструкция мебели должна обеспечивать вентиляцию пространства у бортов и днища, не затруднять доступ к любой части наружной обшивки для ремонта. От вентиляции зависит продолжительность жизни катера, так как в плохо вентилируемых пространствах — «закутках» — быстро образуется гниль, древесина поражается грибковой плесенью, фанера начинает расслаиваться. Следует предостеречь строителей от применения таких отделочных пород, как бук и береза, которые в условиях повышенной влажности быстро чернеют, особенно у металлического крепежа.

Для циркуляции воздуха в закрытых мебелью или бортовой зашивкой пространствах нужно предусмотреть отверстия как в нижней, так и в верхней части зашивки, закрывая их при необходимости декоративными решетками. На верхних гранях бортовых и скуловых стрингеров нужно сделать стоки для собирающегося на бортах конденсата; водопротоки во флорах у киля должны отводить воду в самое глубокое место трюма — к водозаборнику осушительной помпы.

Если устанавливается бензиновый двигатель, необходимо тщательно проработать вопросы вентиляции моторного отсека и отсеков, где будут размещены топливные баки — они должны быть отделены от двигателя негорючими переборками. Аккумуляторную батарею лучше установить в отдельном отсеке, изолированном от двигателя и топливных баков и хорошо вентилируемом. В крайнем случае аккумулятор можно поместить в металлический ящик, снабженный герметичной крышкой и вентиляционным патрубком, выведенным в комингс кокпита.

Заправочные горловины и вентиляционные трубки баков обязательно надо вывести на палубу катера, чтобы случайно пролитое топливо не попадало в

трюм. Газовый баллон для плитки может быть расположен в рундуке по правому борту кокпита.

Если строить катер будет коллектив при каком-либо предприятии, не исключается применение стали. При толщине листа наружной обшивки 2,5—3,0 мм все соединения могут быть выполнены сварными; рекомендуется применить конструкцию, аналогичную конструкции корпуса катера «Кальмар» (чертежи его стального варианта опубликованы в предыдущих изданиях книги). Осадка катера со стальным корпусом увеличится не намного — на каждый сантиметр осадки свыше конструктивной ватерлинии «Сивуч» может принять 130 кг дополнительной нагрузки.

«Сивуч» должен быть оборудован предписанными правилами плавания по внутренним водным путям (и МППСС-72, если катер будет выходить в море) сигнально-отличительными огнями; должно иметься надежное якорно-швартовное устройство, спасательные средства, огнетушители и прочее снабжение.

Глава 11

ЯХТЫ

Проект 12.

Прягулочно-туристский швертбот „ТРЕПАНГ“

Основные данные	
Длина наибольшая	3,40 м
» по КВЛ	2,97 м
Ширина наибольшая по палубе	1,45 м
» по скуле	1,21 м
Высота борта на миделе	0,48 м
Осадка корпусом	0,12 м
» со швертом	0,70 м
Масса с рангоутом и парусами	70 кг
Площадь парусности	6,33 м ²
Допустимая мощность подвесного мотора	3,68 кВт (5 л. с.)

Эта маленькая парусная лодка (рис. 326) может быть рекомендована начинающим яхтсменам независимо от их возраста. Несколько большие размеры, чем у хорошо известного детского спортивного швертбота класса «Кадет» (3,22 × 1,27), а главное — ряд особенностей конструкции делают «Трепанг» пригодным для плавания под парусами двух взрослых человек весом по 75 кг и даже больше.

Наиболее важное отличие от «Кадета» заключается в том, что уровень палубы и сидений опущен ниже верхней кромки бортов на 150 мм. Благодаря этому существенно понижается общий центр тяжести судна, поскольку масса экипажа является основной составляющей весовой нагрузки легкого суденышка. Кокпит оказывается заметно более просторным, и в то же время сохраняются такие важные качества «Кадета», как непотопляемость в случае опрокидывания и возможность поставить швертбот на ровный киль на плаву силами экипажа. Эти качества достигаются благодаря наличию герметичных воздушных отсеков. Если лодка ляжет парусами на воду, то объема отсеков со стороны погруженного в воду борта окажется достаточно, чтобы поддерживать швертбот на плаву. Ухватившись за борт и нажав ногами на шверт, лодку можно вновь возвра-

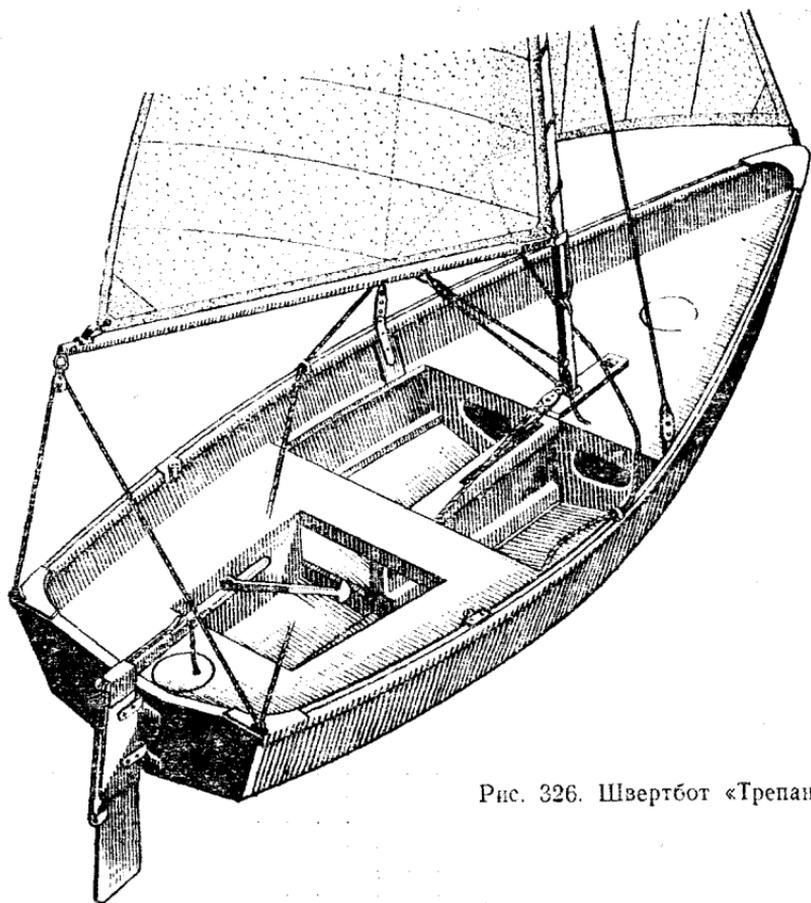


Рис. 326. Швертбот «Трепанг».

тить в прямое положение. Водонепроницаемые отсеки находятся также в самом носу и у транца, поэтому опрокинувшаяся лодка плавает без дифферента.

Идеальным экипажем для «Трепанга» можно считать двух подростков или взрослого с ребенком, т. е. нагрузку около 120 кг. Умеренная нагрузка способствует достижению хорошей скорости на всех курсах, швертбот легко отыгрывается на волне и достаточно комфортабелен для плавания под парусами. Хоррош «Трепанг» и для выходов в одиночку: небольшой стаксель (площадью всего $1,65 \text{ м}^2$) не доставляет излишних хлопот даже при лавировке. Кстати сказать, можно обойтись и без стакселя, но для этого мачту надо переставить — сдвинуть в нос (второе положение пяртнера также показано на чертежах).

Остроклювые обводы (рис. 327) спроектированы с расчетом на использование для обшивки корпуса водостойкой фанеры. В крайнем случае можно применить обычную строительную фанеру, пропитав ее горячей олифой и покрыв затем надежной краской, но хранить швертбот с такой обшивкой лучше на берегу, защищая корпус от воздействия влаги и солнца. Сравнительно острые обводы носовой оконечности выбраны с целью повысить скорость при лавировке на встречном волнении. Кормовой плавник необходим для обеспечения устойчивости на курсе, особенно при гребле, когда рулевое устройство обычно не ставят.

Лодка снабжена вращающимся швертом и подъемным пером руля, которые рекомендуется вырезать из листового алюминиевого сплава. Годится, конечно, и сталь, однако каждый лишний килограмм веса будет напоминать о себе при вытаскивании швертбота на берег. При желании шверт и перо руля можно сделать профилированными, склеив и обработав затем по шаблону несколько слоев водо-

стойкой фанеры. Этот вариант не показан на чертежах лишь потому, что доплатительные сложности в изготовлении и эксплуатации (расслаивание фанеры практически неизбежно) не окупаются крайне небольшим повышением гидродинамического качества, что в конечном итоге выражается лишь в некотором уменьшении угла дрейфа при лавировке.

Внутренний объем корпуса поперечной банкой разделен на отдельные кокпиты для рулевого и шкотового; продольные и поперечные герметичные переборки образуют воздушные отсеки. Перед швертовым колодцем есть еще небольшой багажник, в который можно уложить часть снаряжения, необходимого в туристском плавании. Для этой же цели могут быть использованы и воздушные отсеки, но только при непременном условии, что герметичность их (при любом отходе от берега) будет обеспечена. Для этого необходимо снабдить лючки абсолютно надежными крышками, например — с резиновым уплотнением и винтовыми задрайками. Самые подходящие крышки можно раздобыть в яхт-клубе, сняв их с отслуживших свой срок гоночных швертботов. Вообще же «сухого» места для размещения запасов и снаряжения в лодке немного, так что при подготовке к более или менее продолжительным плаваниям стоит этот вопрос продумать особо.

Для «Трепанга» выбрано простое компактное парусное вооружение типа гуари — с гафелем, который поднимается параллельно мачте (см. рис. 335). Все три рангоутных дерева — мачта, гафель и гик — короче корпуса швертбота, поэтому снятое в случае необходимости парусное вооружение легко укладывается вдоль лодки.

К гикку и гафелю парус крепится при помощи ликпаза, к мачте — пришнуровывается слаблинем; разумеется, можно привязать парус капроновым шнуром также к гикку и гафелю, а рангоут сделать не из дерева, а из подходящих по диаметру дюралевых труб (например, $52 \times 2,5$ мм или около того). Некоторые любители, построившие «Трепанг», впоследствии переоснастили его бермудским гротом, под которым лодка пошла круче к ветру в бейдевинд. Если при этом мачту выполнить разъемной, например, сделав соединение по типу байдарочных весел, то можно сохранить главное достоинство вооружения гуари — возможность укладывать рангоут в лодке при переходе на движение на веслах или под подвесным мотором, а также проходить под мостами, не убирая мачту. Размеры бермудского грота по шкаторинам могут быть оставлены такими же, как у паруса гуари, а вот стаксель-штаг можно закрепить к мачте примерно на полметра выше, чтобы немного увеличить площадь стакселя.

Лодка приспособлена для движения под парусами, на веслах и с подвесным мотором. Это позволяет наиболее эффективно использовать ее для туристских походов выходного дня: не будут страшны ни встречный ветер, ни штиль при возвращении; весла или мотор помогут вовремя добраться до дома. Даже при установке самого маломощного нашего моторчика «Салют» (2 л.с.) скорость «Трепанга» будет около 8,5 км/ч. Впрочем, необходимости в более мощном моторе нет, так как обводы корпуса не рассчитаны на глиссирование.

Для постройки корпуса (рис. 328) необходимо подготовить 8—10 листов фанеры; для обшивки и палубы (настила сидений) нужна фанера толщиной 6 мм, для переборки воздушных отсеков — 4 мм. Детали продольного набора изготавливаются из сосновых реек. Все соединения выполняются на клею (эпоксидном, ВИАМ Б-3, резорциновом или, в крайнем случае, казеиновом). Корпус собирается в положении вверх килем, причем заданная форма обеспечивается правильной установкой жестких фанерных переборок и выклеенного заранее форштевня (рис. 329 и 330).

Размеры транца и четырех поперечных переборок заданы на чертеже. Отметим, что для установки на ступень топтимберсы — бортовые ветви обвязки — на всех этих переборках делаются удлиненными до одинакового уровня — до

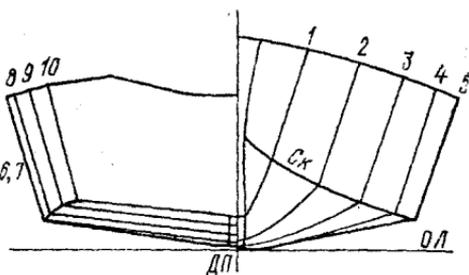


Рис. 327. Швертбот «Трепанг» — корпус теоретического чертежа.

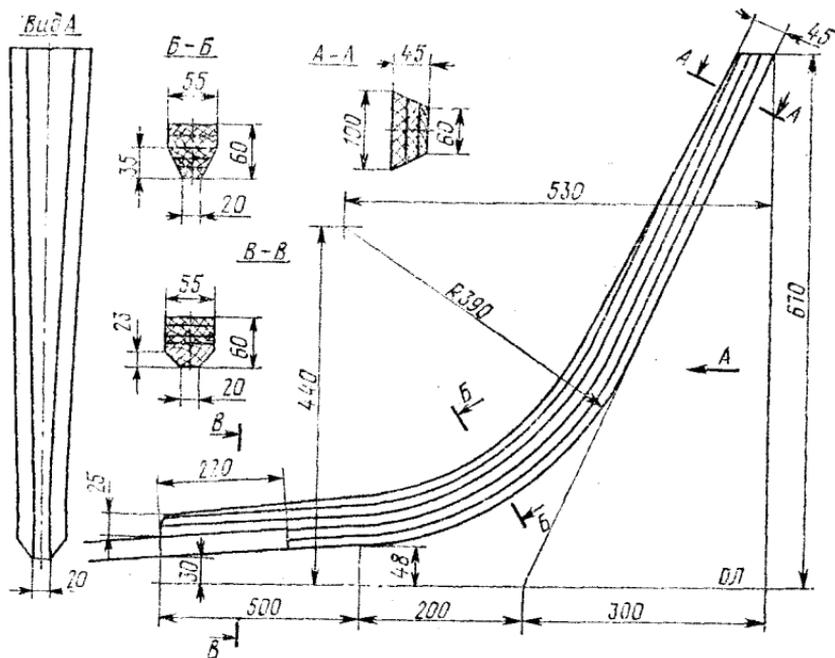


Рис. 330. Клееный форштевень.

высоты 750 мм от основной линии (ОЛ). С этим уровнем при сборке переборок совмещаются контрольные кромки поперечных шергень-планок. При установке переборок во время сборки корпуса их ставят шергень-планками на продольные брусья стапеля; если пол достаточно ровный, можно обойтись и без стапеля, тогда шергень-планки крепят прямо к полу. После того как корпус будет обшит, топтимберсы аккуратно обрезают вровень с верхней кромкой бортового стрингера, который служит опорой для палубы, настила воздушных ящиков и поперечной банки для рубки. Весь набор вырезается из сосновых реек, хотя некоторые детали (киль, форштевень, основание и шпонки швертового колодца, буртики) желательно изготовить из более твердых пород древесины — из дуба или ясеня. Кроме латунных или оцинкованных шурупов, для соединения деталей потребуется водостойкий клей. Предварительная сборка переборок ведется, как обычно, — по плазовой разметке, выполненной на листе фанеры или плотной бумаги. Размеры переборок даны на рис. 329. Для надежной запрессовки клевого соединения фанеры с рейками обвязки достаточно поставить в шахматном порядке гвоздики 2×15 с шагом 35—50 мм. На обвязке (шпангоутах) и на шергень-планках необходимо сделать контрольные отметки диаметральной плоскости. Одновременно надо наметить по плазу положение вырезов под киль и продольные рейки набора, но выпиливать их лучше уже на стапеле, уложив на корпус непосредственно ту рейку, которая должна будет встать на данное место.

Киль вырезается из доски толщиной 25 мм. Ширина его на каждом шпангоуте указана на чертеже переборок. Нанеся на заготовку киля среднюю линию — ДП — и разметив на ней положение переборок, откладывают ширину киля в данном месте и прочерчивают его боковые кромки с помощью одной из реек, заготовленных для продольного набора. Затем боковые кромки стесывают топором и пристрагивают в чистый размер. Между шп. *Б* и *В* в киле прорезают щель для швертового колодца. Эту операцию лучше всего выполнять так. Первой диаметром 16—18 мм просверлят несколько отверстий вплотную одно к другому. Стамеской вырубят участок длиной, равной ширине ножовки, и выпилить его основную часть щели (рис. 331). В средней части щель обязательно надо сделать на 4—5 мм шире, чем по концам: в воде киль (и шверт, если он деревянный) разбухнет, шверт может заклинить.

Рис. 331. Вырезание щели в киле для шверта.

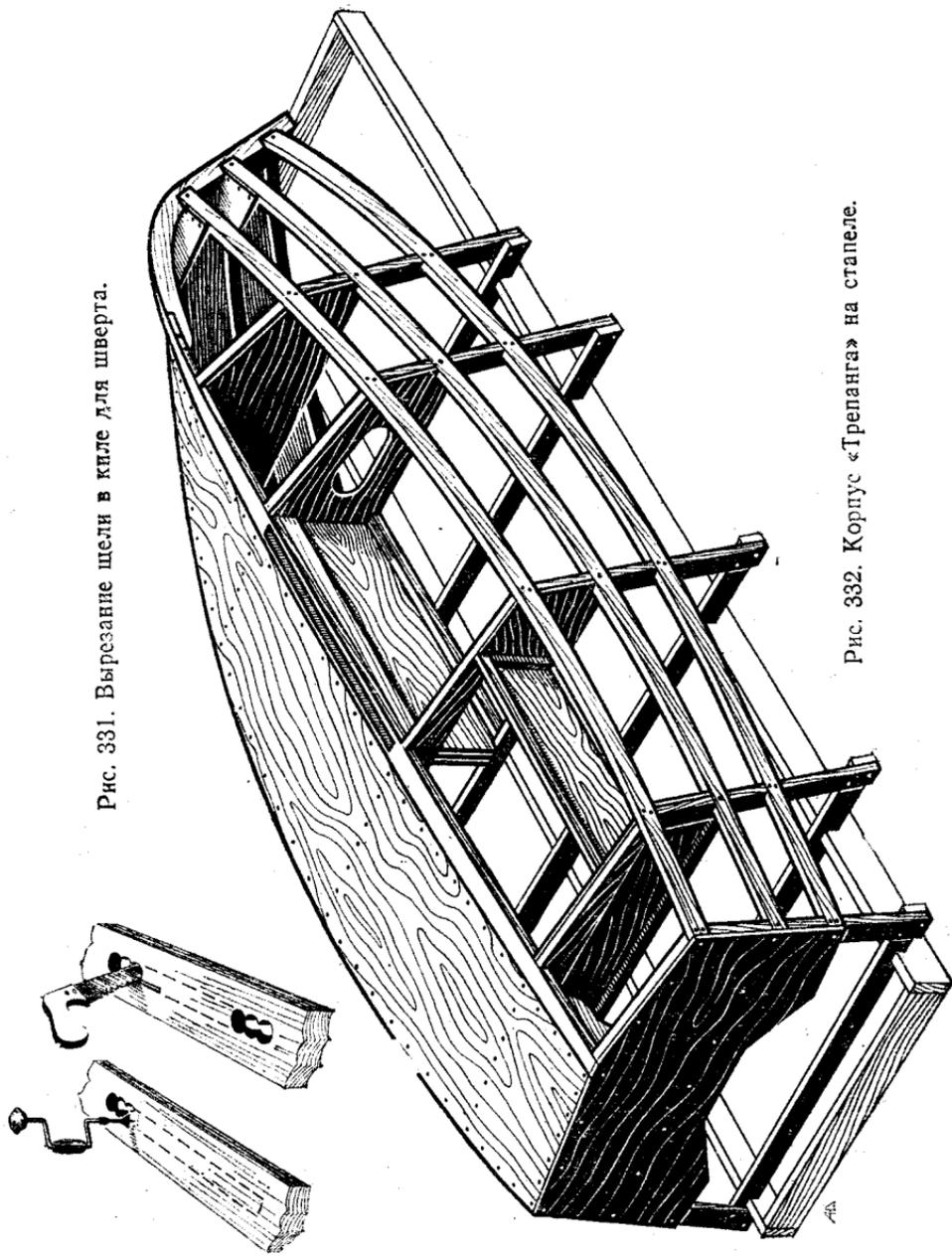


Рис. 332. Корпус «Трепанга» на стапеле.

Форштевень выклеивается из 10 реек по шаблону-цулаге (см. рис. 330). Если не найдется достаточного количества струбцины для запрессовки сразу всего пакета реек, можно применить гвоздевую запрессовку с тем, однако, расчетом, чтобы впоследствии гвозди были удалены. Для окончательной обработки штевня по поперечным сечениям нужно сделать несколько шаблончиков из тонкой фанеры или картона в соответствии с размерами, приведенными на чертеже. Для упрощения последующих работ по сборке корпуса на форштевне полезно нанести по плазовой разметке линию борта, скулы и место примыкания настила сидений.

После установки и раскрепления переборок строго перпендикулярно плоскостям сталея (ОЛ и ДП), в переборке врезается киль, а затем подгоняется форштевень с таким расчетом, чтобы была выдержана общая длина корпуса 3400 мм при высоте борта на форштевне от ОЛ, равной 660 мм (соответствующее расстояние от уровня сталея — шергень-линии — до отметки линии борта на форштевне — 90 мм). После окончательной подгонки соединения с килем форштевень с помощью отрезка доски крепится к сталею. В переборке врезаются скуловые и привальные брусья и бортовой стрингер (рис. 332). Одновременно можно поставить боковые вертикальные стенки воздушных ящиков и швертовый колодец (рис. 333) — они придадут набору дополнительную жесткость, необходимую для обшивки его фанерой. Внутренние поверхности колодца перед сборкой нужно покрыть разжиженным водостойким клеем или хорошо проолифить и окрасить. Продольный набор крепят к переборкам при помощи клея и шурупов. Шпонки колодца подгоняют таким образом, чтобы они плотно входили в щель для шверта, куда их ставят на клею.

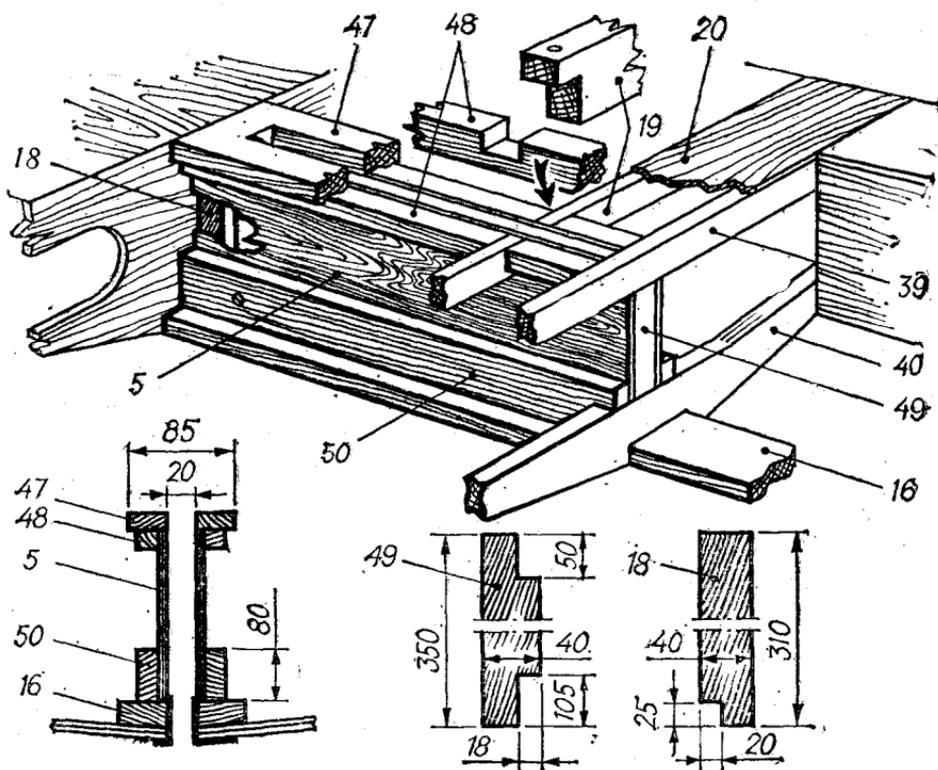


Рис. 333. Конструкция швертового колодца.

47 — планшёр колодца, $18 \times 85 \times 855$; 48 — рейка $22 \times 22 \times 855$; 49 — кормовая шпонка, $20 \times 40 \times 310$; 50 — основание колодца, $22 \times 80 \times 855$.

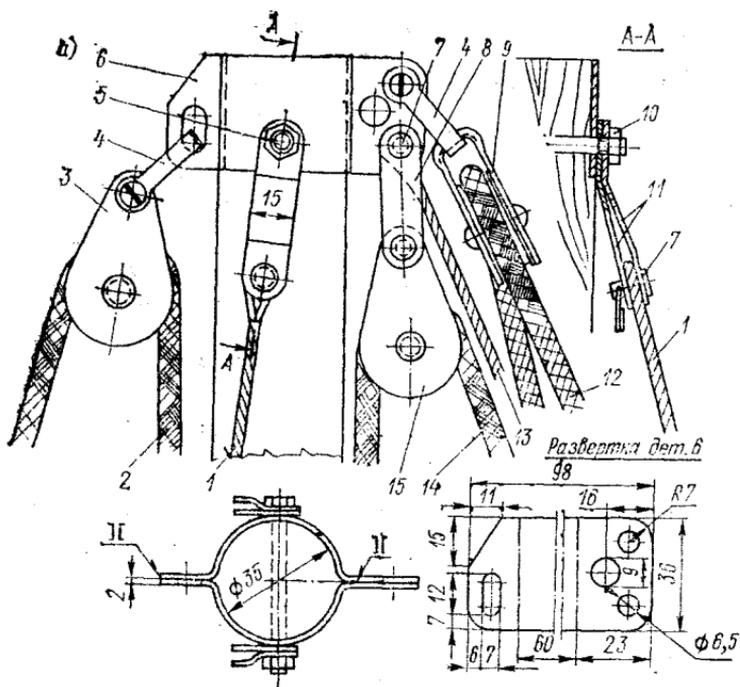
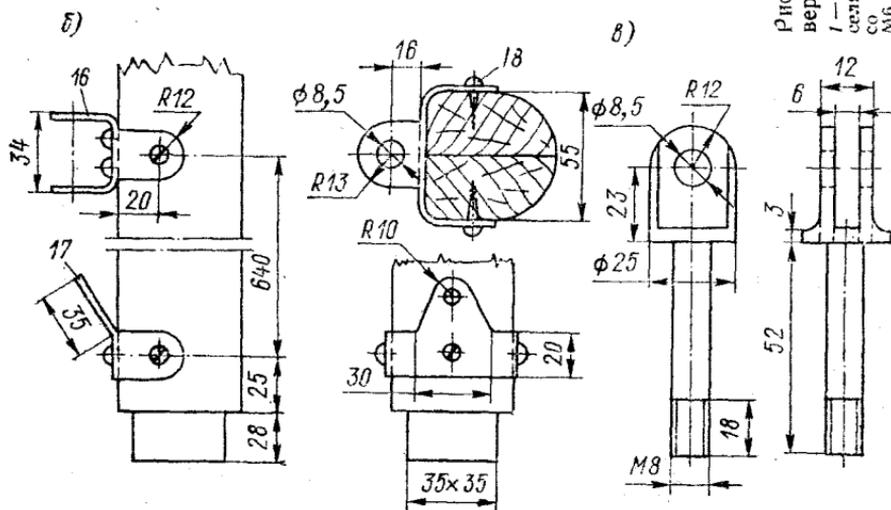


Рис. 336. Оковка и такелаж мачты: а — тол; б — шпор; в — штырь вертлюга гика.

1 — ванга; 2 — грога-фал; 3, 9 — 15 — блоки фалов грога, спинакера и стак-сели; 4 — скоба; 5 — болт М6 × 1; 6 — окошка топа, δ = 2; 7 — палец Ø 6 со стопорным кольцом; 8 — серга из двух пластин 2 × 15 × 45; 10 — гайка М6, раскернить; 11 — серга из двух пластин 2 × 15 × 60; 12 — спинакер-фал; 13 — штаг; 14 — стаксель-фал; 16 — окошка вертлюга гика, δ = 2; 17 — оковка для крепления оттяжки гика; 18 — шуруп 4 × 25.



Ø 4; 10 — фаловая дощечка, алюминиевый сплав δ = 1,5 с двух сторон паруса; пришить или проклепать; 11 — гафель, длина 2900; 12 — оковка для крепления фала, 2 × 20; крепить на заклепках 4 × 40; 13 — «усы» гафеля, бакфанера или текстолит δ = 7; 14 — обушок для крепления нижнего иокбензельного угла; 15 — прокладка 15 × 40; 16 — мачта, общая длина 3000 мм; 17 — штаг, стальной оцинкованный тросик Ø 3,2 мм; 18 — слабину; 19 — стаксель; 20 — штаг-путина; 21 — утка, дуб или ясень; 22 — ванга, трос Ø 3,2 мм; 23 — оттяжка гика; 24 — стаксель-шкот; 25 — шверт, легкий сплав δ = 4-6 мм; 26 — бейфут, капроновый шнур в полиэтиленовой трубке.

обойму, охватывающую баллер сверху. Удлинитель румпеля позволяет удобно управлять лодкой, откинувшись для ее откренивания на наветренный борт. Сорлинь — капроновый тросик для подъема пера руля — пропускается через прорезь в металлической планке стопора; несколько узелков, завязанных на нем, будут удерживать перо руля в нужных промежуточных положениях.

Оснастка швертбота и ее детали показаны на рис. 335—336; блоки можно изготовить, воспользовавшись рис. 221.

Мачту, гик и гафель рекомендуется склеить из двух-трех тонких досок, даже если они будут без ликпаза. Клееный рангоут прочнее, чем изготовленный из целой древесины; он меньше трескается или коробится с течением времени.

Проект 13. Моторно-парусная дора „ПАЛТУС“

Основные данные	
Длина наибольшая	5,70 м
» по КВЛ	4,60 м
Ширина наибольшая	1,91 м
» по КВЛ	1,52 м
Осадка корпусом	0,26 м
» швертом	1,20 м
Масса лодки с полной оснасткой	380 кг
Водоизмещение при осадке по КВЛ	550 кг
Площадь парусности	12,3 м ²
Рекомендуемая мощность подвесного мотора	2,2—5,9 кВт (3—8 л. с.)
Скорость с ПМ «Ветерок» (8 л. с.)	16 км/ч
Пассажировместимость	До 6 чел.

Прототипом для этого проекта послужили лодки типа «Дрэскомб», хорошо знакомые каждому английскому яхтсмену (рис. 337). Эти беспалубные суда имеются в большом количестве почти в любом центре парусного спорта на морском побережье Англии и на крупных озерах и водохранилищах внутри страны. Нередко «Дрэскомбы» можно встретить в море довольно далеко от берега, где они прекрасно отыгрываются на крутой волне, лавируя под своими характерными низкими и широкими парусами в 4—5-балльный ветер. Фирма «Хоннор Мэрин» в Тотнесе (графство Девон) преуспевает, выпуская шесть моделей пластмассовых лодок «Дрэскомб», лишь в небольших деталях отличающихся от основной и самой первой модели «Дрэскомб Логгер» (1964 г.). Секрет успеха и популярности лодок этого типа — в удачном проекте, обеспечившем высокие мореходные качества «Дрэскомбов», в привлекательном внешнем виде и высоком качестве изготовления, в прочности корпуса и неприхотливости судна в эксплуатации, в простоте управления парусами и экономичности плавания под подвесными моторами малой мощности.

Заметим, что большинство из этих положительных качеств лодки «Дрэскомб» получили в наследство от одной из разновидностей знаменитых рыболовных дор, использовавшихся в прошлом для промысла трески и палтуса в открытом океане. Правда, конструкция и обводы корпуса подверглись существенным изменениям с учетом возможностей, которые предоставляет современная технология и техника. Обводы днища в корме были уширены для того, чтобы получить достаточную опорную поверхность для плавания с подвесным мотором в переходном к глиссированию режиме (рис. 338, табл. 35). Кроме того, увеличенная площадь ватерлинии была необходима и для обеспечения остойчивости при плавании под парусами.

Корпус самой первой лодки «Дрэскомб Логгер» длиной 5,72 м и шириной 1,9 м был обшит полосами водостойкой 9-миллиметровой фанеры, по 4 пояса

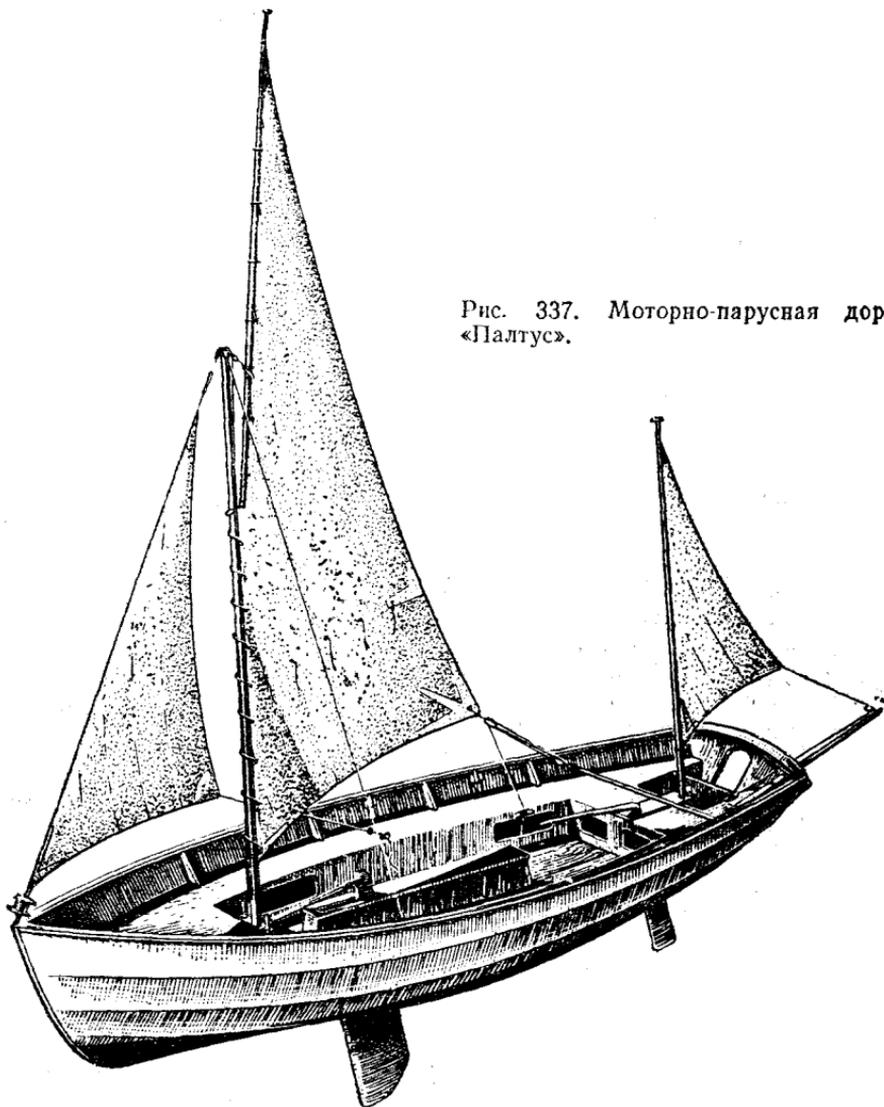


Рис. 337. Моторно-парусная дорн
«Палтус».

на каждом борту, так что по внешнему виду он напоминал оригинальную дорн с обшивкой из досок. Внутри по всему периметру корпуса были закреплены широкие продольные банки-сиденья, придающие конструкции особую жесткость в сочетании с несколькими шпангоутами, также вырезанными из водостойкой фанеры. Эти банки оказались очень удобными для откренивания лодки на ходу под парусами: пассажиры могут откинуться до упора спинами в «фальшборт». Конструктор лодки — Джон Уоткинсон — предусмотрел отверстия-шпигаты в бортах на уровне сидений для слива воды за борт. В случае, если «Логгер» накроет волной или придется ставить лодку на ровный киль после опрокидывания, вода выше сидений сливается за борт, «фальшборты» всегда остаются над водой. Пространство под банками заполнялось блоками пенопласта, обеспечивающими непотопляемость в подобных случаях. Благодаря такой планировке в кокпите остается достаточно места для размещения 4—6 человек, отправляющихся на прогулку, и необходимого снаряжения для более длительного путешествия небольшой семьи,

Лодка снабжалась тяжелым швертом, вырезанным из 13-миллиметрового стального листа. Шверт весил около 55 кг, и в опущенном состоянии, когда осадка увеличивалась до 1,22 м, заметно повышал остойчивость судна. Из стального же листа, но толщиной 4 мм, было вырезано перо руля, которое приваривалось к баллеру и так же, как шверт, опускалось в отдельный колодец. На мелководье руль можно было поднять и управлять лодкой с помощью рулевого весла, для которого было предусмотрено специальное гнездо в транце. Осадка в этом случае не превышала 0,26 м.

Третий колодец был сделан у транца для подвесного мотора. Двигатель полностью располагался внутри корпуса и был хорошо защищен от повреждений и заливания волной, набегающей с кормы. В случае поломки мотора в море его можно было отремонтировать, не свешиваясь за транец, а при постановке парусов мотор откидывался так, чтобы гребной винт располагался полностью над водой, не увеличивая сопротивления воды движению лодки.

Лодка была оснащена треугольным стакселем, бизанью и рейковым гротом общей площадью 12,26 м². Рангоут сплошного сечения был склеен из реек, причем бизань-мачта не имела стоячего такелажа (площадь бизани всего 2,04 м²), а грот-мачта раскреплялась штагом и парой вант. Такое «полуторамачтовое» вооружение очень удобно при ловле рыбы на дорожку: под стакселем (3,34 м²) и бизанью лодка идет круто к ветру с небольшой скоростью, может устойчиво лежать в дрейфе. Бизань оказывается также полезной при плавании под мотором и при стоянке на якоре, когда важно обеспечить устойчивое положение лодки носом против ветра и волны, уменьшить бортовую качку.

Паруса не имели гиков, что упрощало управление ими не совсем опытному экипажу. При поворотах не нужно опасаться, что кого-нибудь ударит гиком по голове. Не так страшны и случайные повороты на курсе фордевинд: если паруса, снабженные гиком, перебрасывает резко, с динамическим рывком, передающимся на рангоут и такелаж и нередко сопровождающимся опрокидыванием лодки, то парус со свободной нижней шкаториной переходит с борта на борт гораздо спокойнее. Это знакомо каждому яхтсмену, которому приходилось в шторм менять грот на трисель.

Грот и бизань передними шкаторинами пришнуровывались к мачтам и при уборке наворачивались на мачты. Стаксель также снабжался устройством для закручивания вокруг штага. Для того чтобы начать движение под парусами, достаточно потянуть за шкот стакселя, освободить парусину на обеих мачтах — и судно готово набрать ход. Не более трех минут занимает и операция по уборке парусов. Можно даже совсем снять мачты с накрученными на них парусами и уложить в лодке. Шкот бизани проводился на кормовой выстрел.

«Дрэскомб Логгер» оказался идеальной семейной лодкой — дневным крейсером для плавания в бурных прибрежных водах Англии. Она была очень остойчивой. При внезапных шквалах «Логгер» кренится только до уровня шпигатов в бортах, дальше крен не увеличивался даже при усилении ветра. Сказывалась большая ширина корпуса и тяжелый шверт, а также низкая парусность. С 6-сильным подвесным мотором лодка развивала скорость 5,5 уз (10 км/ч); достаточно легка она оказалась и при ходе на веслах, особенно если на каждое весло садилось по человеку.

Первый промышленный образец «Дрэскомб Логгера» (с фанерной обшивкой) появился на ежегодной выставке яхт и катеров в Лондоне в январе 1968 г. Не прошло и получаса с момента открытия выставки, как «Логгер» был продан, а представитель фирмы едва успевал оформлять новые заказы заинтересованных посетителей. Уже один только характерный вид этой лодки с большой седловатостью линии борта, развалом бортов по всей их длине, практичной оснасткой с низкими широкими парусами многое говорил опытному морскому глазу и сулил отличное поведение судна в море.

«Дрэскомб Логгер» покупали и для семейных прогулок, и для дальних морских путешествий. В апреле 1969 г. одна из таких лодок, управляемая англичанами Д. Пайлом и Д. Кэрриком, вышла из Портсмута в фантастический и, казалось бы, невыполнимый для подобной лодки вояж, конечной целью которого был австралийский порт Дарвин.

Путешественники пересекли Ла-Манш, по Сене поднялись до Парижа, затем по системе каналов пересекли всю Францию до Марселя. В Средиземном

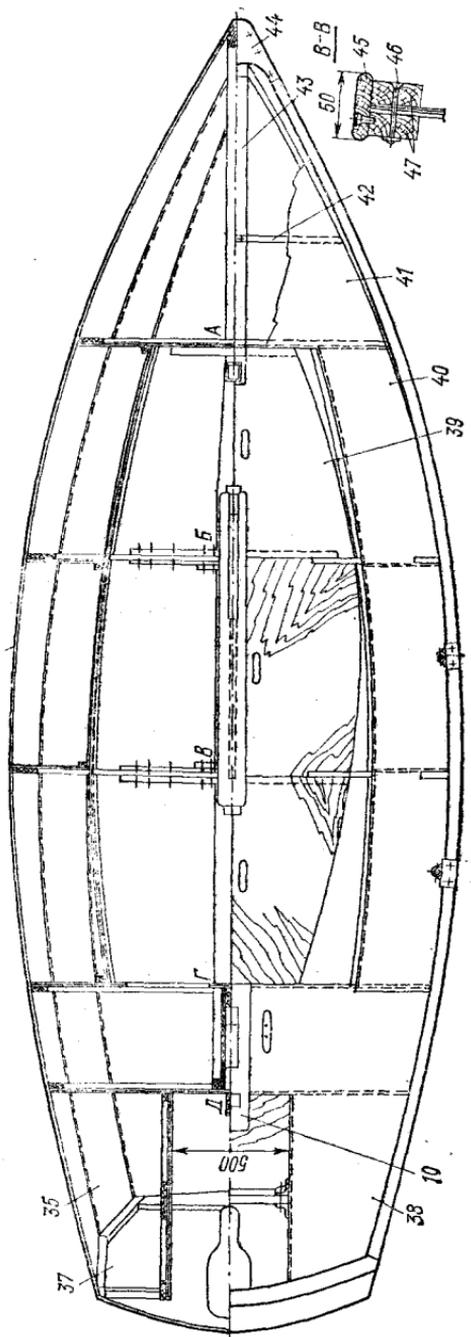


Рис. 339. Конструкция корпуса.

1 — гакборт, фанера 2 слоя $\delta = 6$; 2 — планширь гакборта, 20×50 ; дуб; 3 — угловой брус, заготовка 40×80 ; 4 — рейка 25×28 ; 5 — подмоторная доска, $38 \times 150 \times 150$; 6 — угольник $3 \times 32 \times 32$, $l = 150$; 7 — продольная переборка ресса, фанера, $\delta = 7$; 8 — поддон ресса, фанера $\delta = 7$; 9 — стоец мачты; 10 — планширь рулевого колодца, $20 \times 170 \times 600$, дуб; 11 — стенка рулевого колодца, фанера $\delta = 7$; 12 — шпонка колодца, $\delta = 34$, дуб; 13 — переборка продольной банки, фанера $\delta = 5 \div 6$; 14 — шпонка швертового колодца, $\delta = 25$, дуб; 15 — планширь швертового колодца, 20×110 , дуб; 16 — подключина; 17 — обшивка борта и днища, бакфанера $\delta = 7$; 18 — швартовая утка, $l = 220$; 19 — брейтрук; 20 — штаг-путес 4×22 , сталь; 21 — окошка форштевня, сегмент 4×16 , сталь (крепить на штурпах $3,5 \times 25$ с шагом 100 мм); 22 — форштевень, склеить из 8 реек сечением 10×60 ; 23 — дубовая накладка 12×35 ; 24 — штурп 4×30 ; ставить в шахматном порядке через 40 мм; 25 — киль, 30×150 ; 26 — ось шверта, $\varnothing 14$; 27 — шверт $12 \div 14$, сталь; 28 — фальшкиль 20×80 , дуб; 29 — винт $M6 \times 130$; 30 — основание колодца, 28×100 ; 31 — перо руля, $\delta = 4 \div 6$, сталь; 32 — стойка 20×100 ; 33 — пенопласт; 34 — доска $30 \times 220 \times 500$; 35 — подушка 20×120 , 36 — винт $M5$; 37 — транец, фанера $\delta = 7$; 38 — палуба коза, фанера $\delta = 6$; 39 — пайола; фанера $\delta = 6$; 40 — настил продольных банок, фанера $\delta = 6$; 41 — палуба бака; фанера $\delta = 6$; 42 — бмс, 25×60 ; 43 — мидельвейс, 22×100 ; 44 — накладка планширя, фанера $\delta = 12$; 45 — планширь, 12×50 , дуб; 46 — заклепка $\varnothing 3$, медь; 47 — рейка привального бруса, 20×40 ; 48 — бмс транца 25×40 (склеить из трех реек); 49 — обвязка транца 25×60 ; 50 — скуловой стрингер, 40×25 , $l = 500$; 51 — топтимберс, $\delta = 22$; 52 — флортимберс 22×40 ; 53 — подотно переборки, фанера $\delta = 6$; 54 — флор $22 \times 80 \times 300$; 55 — поддегарс 22×40 ; 56 — рейка 25×25 ; 57 — кница колодца, 22×160 , дуб; 58 — флортимберс 22×75 ; 59 — рейка 22×30 ; 60 — бмс, 22×70 ; 61 — баллер, труба 30×3 , сталь; 62 — щеки балдера, $3 \times 130 \times 170$; 63 — накладка — подпипник балдера, латунь.

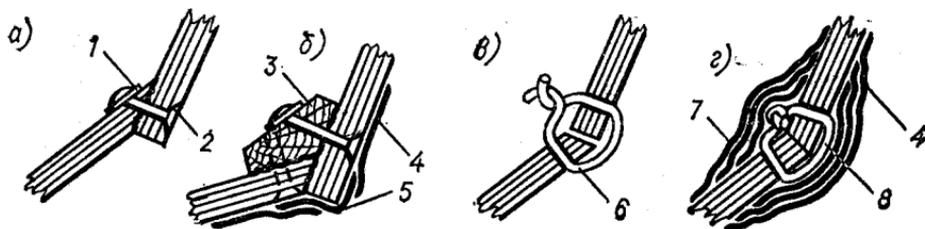


Рис. 342. Способы обшивки корпуса: а — внакрой («клинкер»); б — с использованием бруска (в кормовой оконечности); в — встык с использованием скрепок из проволоки; г — паз в окончатальном виде.

1 — медная шайба; 2 — гвоздь-заклепка; 3 — брусок; 4 — оклейка стеклопластиком (основная); 5 — лента стеклоткани по кромке пояса; 6 — скрепка из медной проволоки $\varnothing 2-2,5$ мм; 7, 8 — полосы стеклоткани по стыку.

Публикуемые чертежи моторно-парусной дори «Палтус» (рис. 339—341) разработаны на основе имеющихся рекламных материалов фирмы «Хоннор Мэрин» с учетом реальных возможностей «домашних верфей» и наиболее доступных в наших условиях материалов.

Корпус обшивается полосами бакелизированной фанеры толщиной 7 мм по методу «кромка на кромку» (клинкер); фанера широко используется также в конструкции шпангоутов — переборок бортовых сидений и палубы. При установке обшивки по каждому пазу пояся фанеры склеиваются и проклепываются 3-миллиметровыми медными гвоздями-заклепками на шайбах с шагом 60—80 мм. Получающиеся в местах перекося поясьев (он должен быть в пределах 15—20 мм) утолщения служат своеобразными продольными ребрами жесткости, что позволяет получить достаточно прочный корпус при малом числе связей набора; шпангоутов всего пять. Кроме того, немаловажную роль в обеспечении жесткости и прочности корпуса играют вертикальные стенки и горизонтальные поверхности продольных банок и палубы.

Можно предложить и другой, более современный метод постройки корпуса с теми же «гранеными» обводами. Поясья сшивают между собой скрепками из медной проволоки, а затем с обеих сторон пазы проклеивают в несколько слоев лентами из стеклоткани на эпоксидной смоле (рис. 342). Скрепки являются, главным образом, монтажным средством соединения, основную роль в обеспечении прочности играет стеклопластик.

По трудоемкости и надежности оба способа примерно равноценны. Однако многие сторонники клинкерной обшивки считают, что выступающие кромки верхних поясьев хорошо отражают брызги и способствуют умерению качки на волнении. При использовании второго способа следует иметь в виду, что при недостаточном хорошем проклеивании пазов стеклотканью возможно попадание в них влаги и быстрое загнивание древесины, оказывающейся закрытой с обеих сторон стеклопластиком.

Сборку корпуса удобнее вести на стапеле в нормальном положении, т. е. вниз килем (рис. 343). Поясья обшивки ставятся на поперечные лекала, установленные на собранную заранее закладку — киль с форштевнем и транцем. При изготовлении лекал (они соответствуют шп. 2, 4, 6 и 8 теоретического чертежа) толщину обшивки необходимо откладывать внутрь от обвода шпангоутов, так как таблица ординат составлена по наружной поверхности обшивки. За линии пазов в ней приняты положения кромок верхних поясьев.

Киль и форштевень перед установкой на стапель должны быть предварительно смалкованы для плотного прилегания концов поясьев обшивки. Малка с лекал снимается по месту; необходимый угол проверяется при помощи рейки или длинного листа обшивочной фанеры.

Для подгонки поясьев обшивки рекомендуется сделать шаблон из полосы обычной строительной фанеры или оргалита на всю длину корпуса. Закрепив шаблон к лекалам гвоздиками, на его внутреннюю сторону наносят риски про-

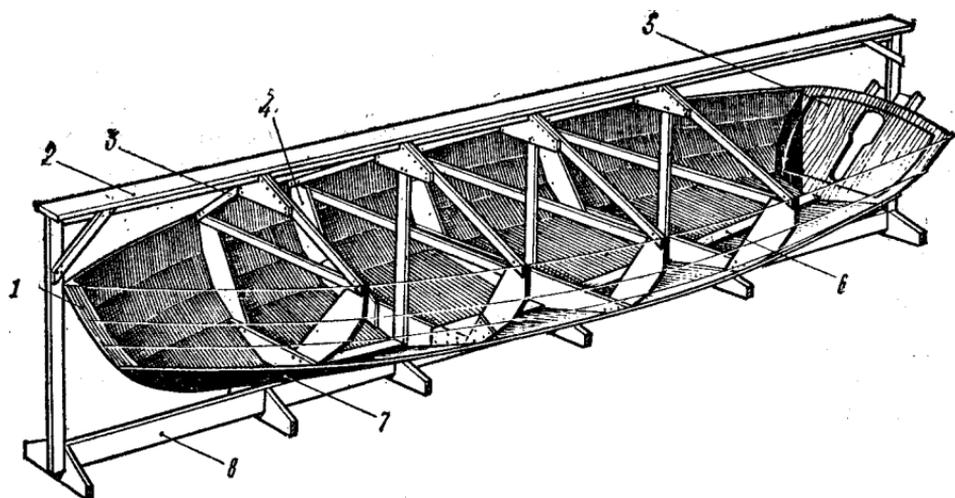


Рис. 343. Лекала и закладка на стапеле.

1—форштевень; 2—верхний стапельный брус; 3—распорки лекала; 4—лекало; 5—трапец; 6—киль; 7—днищевой пояс наружной обшивки; 8—нижний стапельный брус.

тив отметок линий пазов на каждом лекале. Сняв затем шаблон, по этим рискам при помощи гибкой рейки прочерчивают кромки будущего пояса. (При этом по верхней кромке всех поясов, кроме ширстрека, дается припуск 15—20 мм специально для образования перекроя.) Наложив шаблон на предварительно склеенную заготовку пояса, переносят на нее, накалывая шилом точки, очертания кромок будущего пояса и по ним вырезают его.

Начинают обшивку с нижнего днищевое (шпунтового) пояса, закрепляя его к килю шурупами 4×30 с шагом 60 мм. В кормовой части следующий пояс подходит к его кромке уже под некоторым углом. Это не позволяет получить необходимый для клепки перекрой, так что здесь соединение кромок лучше выполнить встык на подкладном бруске или с помощью скрепок и проклейки стеклотканью, как описывалось выше, обрезав припуск по верхней кромке днищевое пояса на соответствующей длине. Прилегающие поверхности кромок поясов тщательно зачищаются и перед клепкой промазываются клеем.

У форштевня поясы обшивки должны соединяться вгладь. Здесь на расстоянии примерно 800 мм придется снять фаску—прострогать, срезая угол, и верхнюю кромку ранее поставленного пояса, и внутреннюю поверхность нижней кромки следующего пояса. (Профессиональные строители делают в обеих кромках выборки по типу шпунта, как показано на рис. 96, но это требует очень тщательного исполнения.)

К лекалам пояса крепятся временно (гвоздями) с таким расчетом, чтобы когда вся обшивка будет проклепана, лекала можно было вынимать, последовательно заменяя их шпангоутами, а отверстия от гвоздей использовать для заворачивания шурупов в шпангоуты. Чтобы упростить установку шпангоутов, рекомендуется их детали, прилегающие к обшивке, подгонять по отдельности и собирать шпангоуты прямо в корпусе. На время этих работ борта в месте установки шпангоута нужно немного развести—расперев брусками до нужной ширины. В шпангоутах необходимо заранее сделать гнезда для опорных реек продольных банок.

На описываемой дори применен шверт «тяжелого» типа, вырезаемый из стального листа толщиной 12—14 мм (см. рис. 341). Вес его составляет около 45 кг, что в сочетании с динамическими нагрузками при посадке на мель или даже просто на качке предъявляет повышенные требования к прочности швертового колодца. Основание, распорные кницы и шпонки колодца нужно обязательно сделать из дуба, стенки—из бакелизированной фанеры толщиной 7—10 мм. Основание лучше всего стянуть болтами с килем; во всех соединениях

надо использовать только водостойкий клей. Второй колодец — меньших размеров — делается для подъемного руля. Внутренние поверхности обоих колодцев перед сборкой необходимо покрыть слоем разжиженного клея.

Несмотря на довольно высокую водостойкость бакелизированной фанеры, открытые кромки поясьев нуждаются в хорошей защите от влаги. Оклеивать корпус стеклотканью следует в два приема. Сначала надо проложить полоски ткани по всем наружным кромкам (два-три слоя), перепуская на каждый пояс край полосы шириной по 25—40 мм. Затем накладывается полоса стеклоткани на всю ширину пояса с перекоем ранее оклеенных участков по его краям. Оклейка корпуса целым полотнищем за один прием не гарантирует хорошего качества; в углах вдоль кромок поясьев образуются пустоты, в которые впоследствии проникает вода.

Для гребли лодку нужно снабдить парой съемных поперечных банок (с размерами 28 × 250 × 1200 мм), которые укладывались бы поверх продольных сидений и фиксировались от смещения вдоль лодки простейшими ограничителями, например, в виде бобышек, прикрепленных к бортам у передней и задней кромок банок. Оптимальная длина весел для дори — 3300 мм.

Непотопляемость лодки может быть обеспечена герметизацией средних отсеков под продольными банками (между шп. 4 и 6) или заполнением их легким пенопластом. В первом случае нужно предусмотреть герметически закрываемые лючки в вертикальных стенках отсеков для периодического их осмотра, ремонта и сушки.

Предвидя вопросы читателей о возможности замены водостойкой фанеры другими материалами, ответим, что для постройки дори можно использовать листовую стеклопластик, стеклотекстолит и даже обычную строительную фанеру, если сверху оклеить обшивку несколькими слоями стеклоткани до получения необходимой жесткости и прочности. Достаточна толщина стеклопластиковой обшивки 4—5 мм, если ее дополнительно подкрепить набором из пенопласта. Если и эти материалы окажутся недоступны, можно обшить корпус рейками на клею или широкими поясьями еловых или сосновых досок, склеенными по кромкам.

Мачты, выстрел и реек — сплошные, круглого сечения, однако лучше склеить каждую деталь из двух-четырех сосновых брусков; клееный рангоут получается более прочным и меньше коробится при колебаниях влажности.

Парусная оснастка дори показана на рис. 344. Бизань-мачта стоячего такелажа не имеет; она удерживается в металлическом степсе и деревянном партнерсе — планшере рулевого колодца. Грот-мачта поддерживается парой вант и штагом, роль которого может выполнять стальной ликтрос по передней шкаторине стакселя, если будет установлено устройство для его закрутки. Это устройство (рис. 345) состоит из барабанчика 6, закрепляемого к галсовому углу стакселя и имеющего свободное вращение относительно обушка 10. Фаловый угол паруса крепится к фалу через вертлюг 2, который обеспечивает свободное вращение ликтроса передней шкаторины стакселя без закручивания фала. На барабанчик навивается тонкий капроновый тросик 7 с таким расчетом, чтобы при его сматывании стаксель превращался в плотную скатку. Ходовой конец тросика проводится в кокпит — поближе к рулевому. Таким образом, на стоянке или при подходе к берегу стаксель не нужно спускать с мачты; чтобы снова привести его в рабочее состояние, достаточно отдать ходовой конец «закрутки» и выбрать шкот с нужного борта.

Разумеется, можно ставить стаксель и обычным способом — при помощи ракс-карабинов, зацепляемых за штаг.

Бизань-выстрел нужно сделать съемным; это упростит швартовку кормой к высокой набережной и управление лодкой, когда паруса не используются.

Проводку гика-шкота на «Палтусе» целесообразно сделать так же, как на оригинальном «Дрэскомб Логгере» (рис. 346). В этом случае парусом можно управлять при помощи одного шкота, а при лавировке не нужно отдавать и выбирать шкот при каждом повороте — грот автоматически переходит с борта на борт. Утку для шкота рекомендуется закрепить поближе к ДП судна, чтобы на обоих галсах грот был выбран в одинаковой степени.

Для северных областей удобным был бы вариант лодки, снабженной небольшой рубкой-убежищем в носовой части (рис. 347). В ней можно оборудовать два спальных места или широкую лежанку для трех человек, здесь же

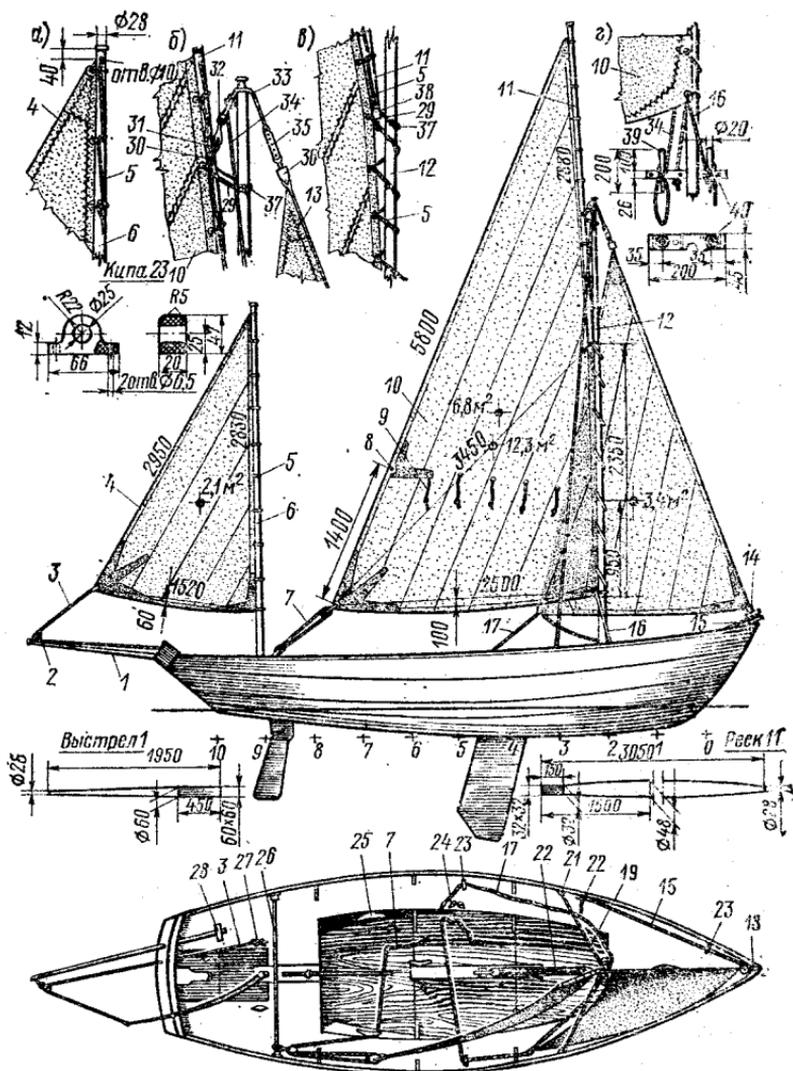


Рис. 344. Парусное вооружение: а — топ бизань-мачты; б — топ грот-мачты; в — крепление рейка и паруса к грот-мачте; г — крепление грота-фала и галса.

1 — бизань-выстрел; 2 — блок бизань-шкота; 3 — бизань-шкот; 4 — бизань 2,1 м²; 5 — сезневка, капрон \varnothing 4—6 мм; 6 — бизань-мачта; 7 — грота-шкот; 8 — риф-кренгель; 9 — риф-штерт; 10 — грот 6,8 м²; 11 — реек; 12 — грот-мачта; 13 — стаксель 3,4 м²; 14 — барабан устройства для закрутки стакселя; 15 — трос закрутки стакселя; 16 — галс; 17 — стаксель-шкот; 18 — штаг-путенс; 19 — вант, стальной тросик 2,5—3,2 мм; 20 — утка для троса закрутки; 21 — вант-путенс; 22 — шверт-тали; 23 — кипа стаксель-шкота, текстолит; 24 — стоп-пор шкота; 25 — утка грота-шкота; 26 — погон грота-шкота; 27 — утка бизань-шкота; 28 — степс выстрела, дуб; 29 — бейфут, капрон \varnothing 6 мм; 30 — стропка рейка, капрон \varnothing 6 мм; 31 — чиксы, дуб; 32 — блок грота-фала; 33 — стропка; 34 — грота-фал; 35 — планка для регулировки натяжения штага и вант (6 штук); 36 — вертлюг; 37 — шарики-раксклоты, текстолит; 38 — оковка рейка; 39 — нагель, латунь; 40 — кофель нагельная планка, дуб.

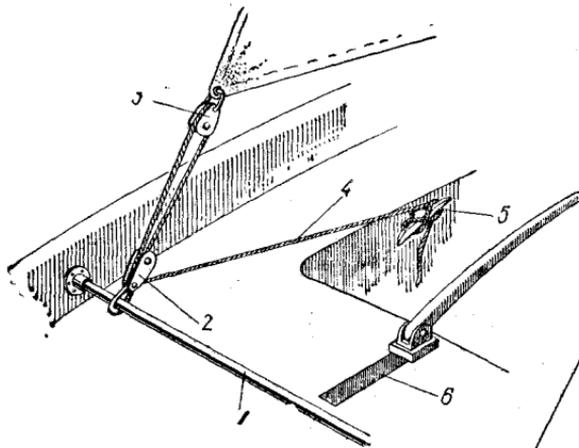


Рис. 346. Проводка грота-шкота.

1 — трубчатый погон, закрепленный на бортах; 2, 3 — блоки; 4 — холодный конец шкота; 5 — утка; 6 — колодец руля.

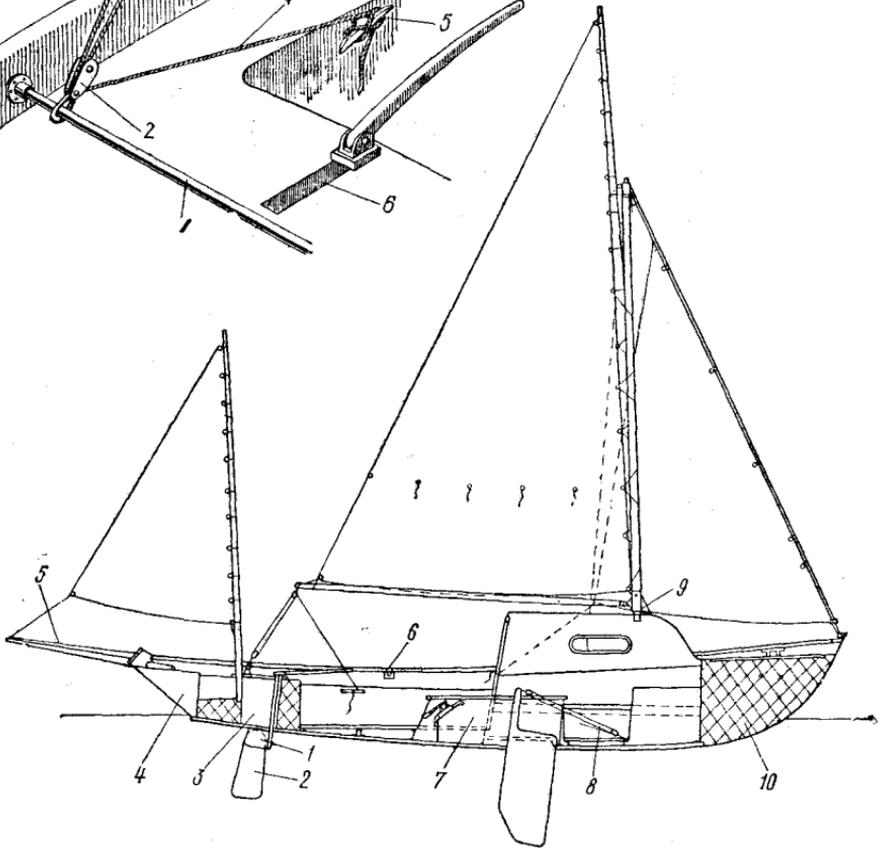


Рис. 347. Крейсерский вариант пластмассовой дони «Лонгбот Крейсер» с рубкой.

Длина наибольшая — 6,63 м; длина по ватерлинии — 5,50 м; ширина — 2 м; осадка корпусом — 0,30 м; осадка со швертом — 1,27 м; вес — 480 кг; площадь парусности — 15,13 м².

1 — коробка руля; 2 — металлическое перо руля; 3 — колодец руля; 4 — колодец подвешенного мотора; 5 — бизань-выстрел; 6 — полуключина; 7 — швертовый колодец; 8 — шверт-тали; 9 — стандарс мачты; 10 — пенопласт.

можно хранить походное снаряжение и запасы. Длину корпуса такой лодки целесообразно увеличить на метр, чтобы сохранить просторный кокпит. В простейшем случае сделать это можно, растянув равномерно шпацию между теоретическими шпангоутами; неплохо одновременно увеличить до 2—2,1 м общую ширину корпуса.

Если есть возможность, рубку можно сделать формованной из стеклопластика — конструкция получится прочной, легкой, а главное будут исключены течи в соединениях. Мачту придется установить в стандарсе на крыше рубки, поэтому нужно позаботиться, чтобы ее конструкция была достаточно жесткой и крыша

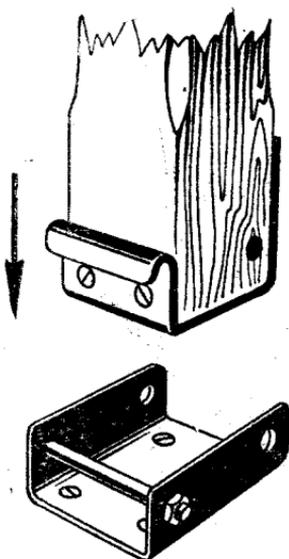


Рис. 348. Простейшая конструкция стандарса мачты.

речными банками, сидя на которых шесть юных гребцов могут сообщить дори хорошую скорость.

не прогибалась под нагрузкой. Простая и достаточно удобная конструкция стандарса показана на рис. 348.

Грот необходимо снабдить гиком: вследствие слишком высокого положения нижней шкаторины трудно получить правильную тягу шкота у паруса со свободной шкаториной. Фалы грота и стакселя нужно провести к кормовому обрезу крыши рубки, чтобы при необходимости можно было убрать паруса, не выходя из кокпита. Общая площадь парусов на оригинальном проекте («Лонгбот Крейсере») составляет всего 13,56 м². Для плавания на внутренних водохранилищах с преимущественно слабыми и умеренными ветрами ее можно увеличить до 15 м² (грот — 8,5 м²; стаксель — 4,4 м²; бизань — 2,1 м²).

Заметим, что «Палтус» с рубкой в носовой части обладает и таким положительным качеством: кокпит лодки в свежую погоду оказывается защищенным от брызг, плавание на нем более комфортабельно, чем на открытом варианте. Для этой лодки целесообразно изготовить съемный тент, которым на стоянке можно было бы закрывать кормовую часть кокпита и получать дополнительную «каюту» для 3—4 членов экипажа.

Как показала практика, лодки типа «Палтус» (особенно — увеличенных размеров) удобны для группового обучения молодых яхтсменов морской практике и начальному курсу искусства плавания под парусами. Хорошо снабдить лодку парой или даже тремя попонами, на которых шесть юных гребцов могут сообщить дори

Проект 14. Прогулочно-туристская мини-яхта „КАРАВЕЛЛА“

Основные данные

Длина наибольшая	4,60 м
» по КВЛ	3,83 м
Ширина наибольшая	1,78 м
Высота надводного борта минимальная	0,40 м
Осадка корпусом	0,45 м
» со швертом	0,95 м
Водонмещение при осадке по КВЛ	850 кг
Масса фальшкиля	180 кг
Площадь парусности	11,7 м ²
Пассажирместимость	5 чел.

Проект этой яхточки (рис. 349) разработан известным французским конструктором Жаном-Жаком Эрбилю. Основным материалом для обшивки корпуса, имеющего упрощенные остроскулые обводы, а также для изготовления настила палубы, переборки и конструкции кокпита является 8-миллиметровая водостойкая фанера. Благодаря наличию тяжелого балластного киля и характерной форме относительно широкого корпуса с носовым транцем и развалом бортов по всей длине яхта обладает достаточной остойчивостью для плавания в прибрежных морских водах и на крупных водохранилищах. В то же время, выбрав шверт, можно идти на ней по мелководью, подходить к необорудованному отдаленному берегу.

«Каравелла», имеющая осадку корпусом всего 0,45 м, сохраняет все преимущества легкого швербота, являясь настоящей прогулочно-крейсерской яхтой для

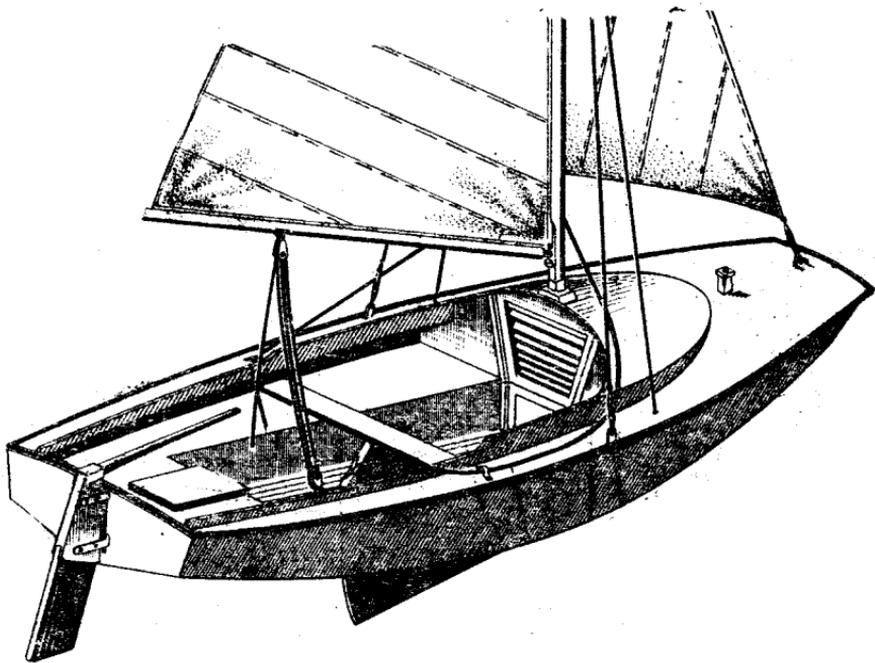


Рис. 349. Мини-яхта «Каравелла».

экипажа из двух человек. Пригодность этой мини-яхты для смешанных плаваний по реке с выходом в море блестяще продемонстрировали чехословацкие яхтсмены братья Паты, прошедшие по Дунаю и Черному морю до Одессы и Херсона.

Суденышко относится к типу «дневной крейсер», т. е. оборудовано лишь небольшой каюткой-убежищем в носовой части, где, однако, при необходимости могут разместиться на ночлег два человека, составляющие экипаж яхты. Спальные места оборудуются в «гробах» — под продольными сиденьями кокпита. В носовой каюте на стоянке могут храниться паруса и часть снаряжения. Дополнительные отсеки для размещения яхтенного имущества и запасов имеются в фор- и ахтерликах. Невысокая носовая рубка-козырек защищает кокпит от брызг при встречной волне.

На первый взгляд, формы «Каравеллы» с непривычным транцевым носом (рис. 350; табл. 36) кажутся неказистыми, но их достоинства проявляются в полной мере при плавании в свежую погоду на волнении. Яхточка легко всходит на волну, спокойно принимает шквалы, так как при крене весь ее подветренный борт от носа до транца входит в воду, препятствуя дальнейшему наклону. Не грозит и опасность быть залитой с носа, когда судно догоняет крутую попутную волну; будь у яхточки острый форштевень, она неминуемо втыкалась бы в волну.

Шестиметровая мачта «Каравеллы» устанавливается в степсе на крыше рубки, благодаря чему несложно сделать ее заваливающейся.

Яхта способна лавировать под одним гротом и ходить в полный бейдевинд с убранным швертом, что имеет немаловажное значение при плавании по мелководным акваториям и в узкостях.

Конструкция корпуса проста и лаконична, количество деталей набора сведено к минимуму (рис. 351 и 352). Основу набора корпуса составляют два транца, две поперечные переборки, выгораживающие концевые отсеки, подупереборки на шп. 2 и 3, продольные переборки — стенки кокпита в р-не шп. 2—4 и швертовый колодец с поперечной банкой на шп. 3.

Т а б л и ц а 36. Таблица плазовых ординат мини-яхты «Каравелла», мм

Линия теоретического чертежа	Номер шпангоута			
	1	2	3	4
	Полушироты от ДП			
Линия борта — ЛБ	680	869	892	775
» скулы — Ск	497	725	795	695
» шпунта — Шп	62	90	100	90
	Высоты от КВЛ			
Линия борта — ЛБ	544	477	424	395
» скулы — Ск	143	—20	—64	—1
» шпунта — Шп	1	—164	—187	—94
Линия киля	—15	—188	—212	—115

Жесткие поперечные переборки служат лекалами при сборке корпуса в положении вверх килем. Бортовые рейки топтимберсов на всех транцах и переборках делаются длиннее и соединяются строго горизонтальными поперечинами с таким расчетом, чтобы их можно было выставлять на стапеле или на ровном полу (рис. 353). Базовая плоскость при сборке рамок располагается выше ватерлинии на 900 мм; точно на этом уровне концы топтимберсов и следует связать поперечной шергень-планкой. Соответствующие стойки к транцам крепятся с учетом их наклона к вертикали.

В проекте предусмотрено изготовление обоих транцев из досок красного дерева толщиной 22 мм. Покрытые лаком поверхности транцев придают корпусу нарядный вид, но можно обойтись и менее дефицитными материалами, сделав транцы из той же фанеры толщиной 8—12 мм (в этом случае их придется снабжать обвязкой из реек для крепления продольного набора и наружной обшивки), кедровых или сосновых досок. Транцы из досок лучше собирать в шпунт или на шпонках с тем, чтобы избежать течи при их периодическом рассыхании.

Особое внимание следует уделить качеству сборки и установки швертвого колодца, основание которого служит одновременно и для крепления фальшкиля. Лучше всего применить для изготовления деталей колодца дуб и бакелизованную фанеру; собирать этот узел надо на эпоксидном клею.

Сборка корпуса осуществляется вверх килем, как это описано, например, для лодки дори. Связав поставленные на стапеле шпангоуты килем и другими рейками продольного набора, со всех кромок, прилегающих к фанере, снимают малку. Вырезают и подгоняют по месту продольные стенки кокпита, которые удобнее поставить до обшивки корпуса. Тщательно подгоняют по обводу киля основание швертвого колодца, ставят его на клей и притягивают к килю при помощи длинных шпилек диаметром 8 мм. После этого можно приступать к обшивке бортов, а затем и днища фанерой.

Открытые кромки фанеры всюду должны быть защищены буртиками и штапиками; готовый корпус снаружи рекомендуется оклеить слоем стеклоткани на эпоксидной смоле.

После снятия корпуса со стапеля ставят на место фанерные настилы сидений кокпита, врезают рейки карленгсов и настилают фанерную палубу. Комингс рубки-козырька выклеивается из 8 реек сечением 5 × 70 мм; можно также сделать козырек и с прямым лобовым комингсом, который выглядит менее эстетично. Ламинированным делается и бимс рубки, который заранее крепится к переборке шп. 2.

В проекте Эрбюло балластный фальшкиль (рис. 354) предусмотрено изготовить литым из свинца, но возможны и другие варианты (естественно, с условием, чтобы вес фальшкиля приближался к 180 кг). Например, можно сварить

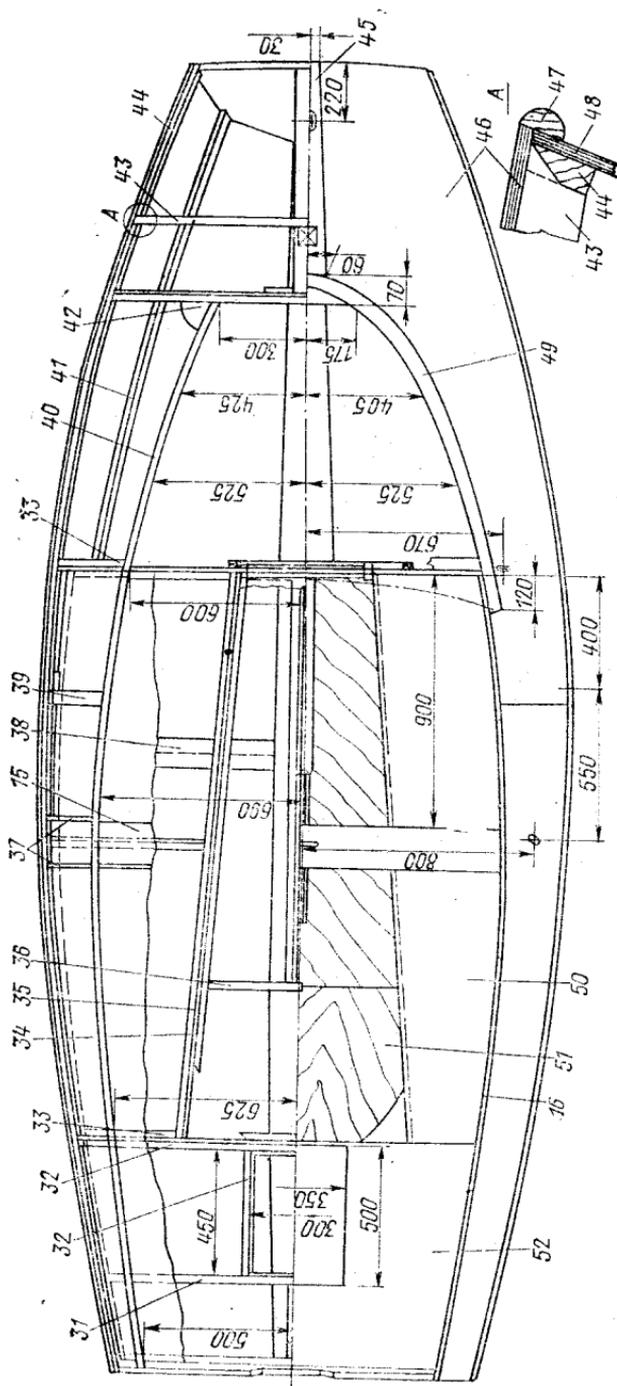


Рис. 351. Конструктивные чертежи корпуса.

1 — киль, 50×25 ; 2 — резенкиль, $200 \times 25 \times 4500$, дуб; 3 — кноп, $\delta = 30$; 4 — носовой транец, $\delta = 22$, красное дерево; 5 — мидельвейс, $22 \times 120 \times 800$; 6 — битень, $65 \times 65 \times 700$; 7 — крышка рубки, фанера $\delta = 8$; 8 — стенис, матчи, дуб; 9 — бмс рубки, ламинированный из реек 4×40 ; 10 — стойка двери, $25 \times 50 \times 550$; 11 — стенка кокпита, фанера $\delta = 8$; 12 — подушка под вант-тугенс, фанера $\delta = 8$; 13 — шпонка колодца, 15×50 , дуб; 14 — комингс, $\delta = 12$, дуб; 15 — поперечная балка, $22 \times 150 \times 1750$, дуб; 16 — комингс, $12 \times 50 \times 1800$, дуб; 17 — шпонка ложа, $\delta = 8$; 18 — румпель; 19 — комингс крышки люка, 20×20 , дуб; 20 — бмс транца, $25 \times 50 \times 1200$; 21 — шек баллера, $\delta = 8$; 22 — цено руля, $\delta = 22$, дуб; 23 — книце, $\delta = 30$; 24 — дейдвуд; 25 — шверт, $\delta = 6$; 26 — вкладыш колодца, фанера $\delta = 8$; 27 — планширь колодца, $15 \times 50 \times 750$; 28 — опора банки $25 \times 35 \times 300$; 29 — стенка колодца, фанера $\delta = 8$; 30 — основание колодца, $\delta = 30$; 31 — бмс, 50×25 ; 32 — карленгс, $25 \times 35 \times 450$; 33 — полубимс, 35×25 ; 34 — опорный брусок пайолоа, $35 \times 25 \times 2050$; 35 — брусок, 35×25 ; 36 — флор, $25 \times 75 \times 650$; 37 — кницы, банки, $\delta = 8$; 38 — накладка стыка обшивки, $\delta = 8$; 39 — привальный брусок, $25 \times 50 \times 200$; 40 — карленгс, $35 \times 25 \times 4000$; 41 — скучовой брусок, $20 \times 50 \times 4000$; 42 — кница, $\delta = 35$; 43 — бмс, $45 \times 25 \times 1250$; 44 — привальный брусок, 20×50 ; 45 — накладка, $\delta = 12$; 46 — палуба, $\delta = 8$; 47 — буртик, 30×16 ; 48 — обшивка, $\delta = 8$; 49 — комингс рубки, 40×70 , ламинированный; 50 — пайолоа, $\delta = 8$; 51 — зашивка продольной банки, $\delta = 8$; 52 — настил рундука, $\delta = 8$; 53 — транец, $\delta = 22$, красное дерево; 54 — брусок, 25×35 ; 55 — стрингер, 25×35 ; 56 — подушка, $\delta = 22$; 57 — ребро, 15×35 , дуб; 58 — рейки шпангоутов, 25×50 ; 59 — полупереборка, $\delta = 6 \div 8$; 60 — комингс люка, 65×12 , дуб; 61 — брусок 20×20 , дуб; 62 — киль, 100×15 , дуб; 63 — бмс $45 \times 25 \times 1350$; 64 — комингс лючка, 15×35 , дуб; 65 — крышка лючка, $\delta = 6 \div 8$; 66 — задвижной щиток, фанера, $\delta = 8$; 67 — переборка, $\delta = 6 \div 8$; 68 — рейка, 25×25 , дуб; 69 — опора пайолоа, 25×35 ; 70 — флор, 50×25 ; 71 — штапик, дуб 20×1 ; 72 — штергель-планка; 73 — стойка транцев; 74, 75 — болт специальный М10; 76 — фальшкиль балластный, свинец.

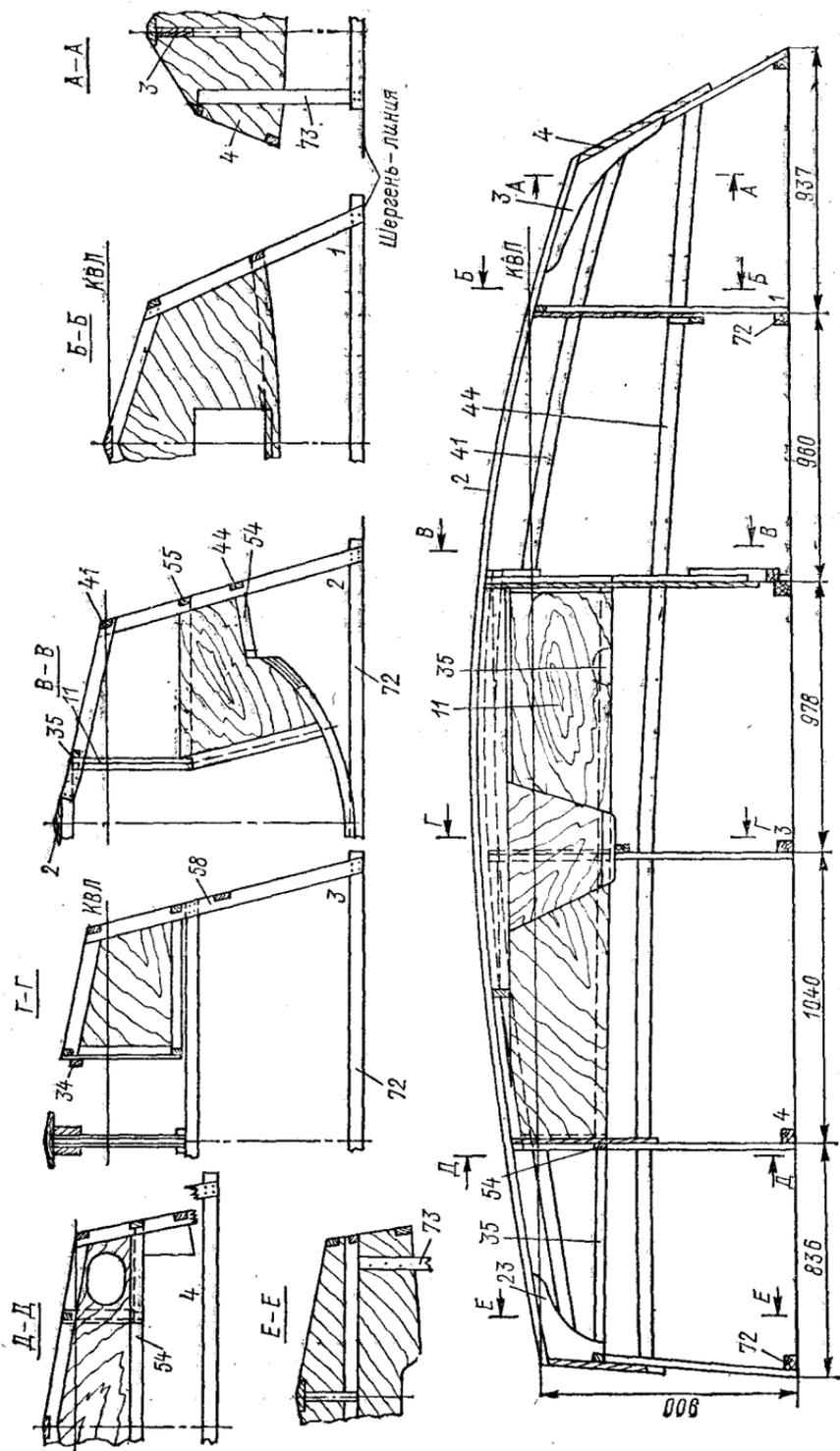


Рис. 353. Установка набора на стапеле.

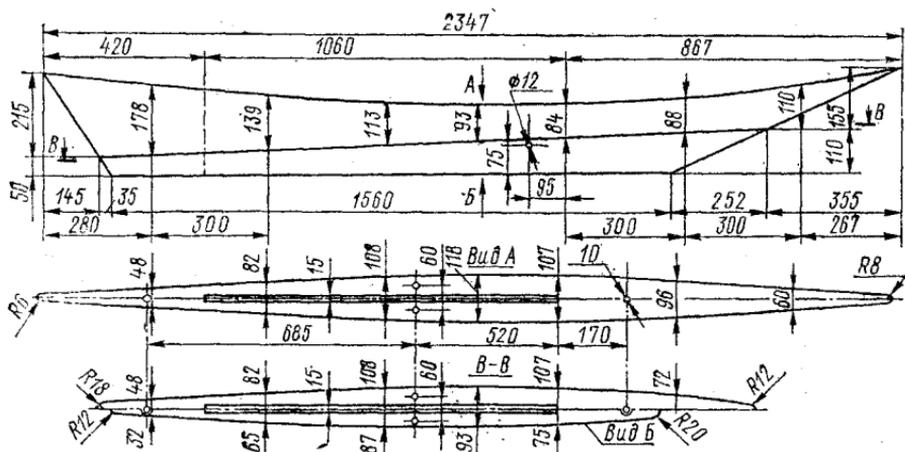


Рис. 354. Киль в сборе с фальшкилем.

фальшкиль, набрав его из заранее вырезанных пластин из толстолистовой стали; можно сделать стальную сварную коробку и заполнить ее металлическим ломом с цементом; наконец, можно выполнить фальшкиль из железобетона, как это сделано на «Каравелле» братьев Паты. Для крепления к корпусу достаточно 4—6 надежных болтов М10, которые должны пройти через киль и основание шверт-

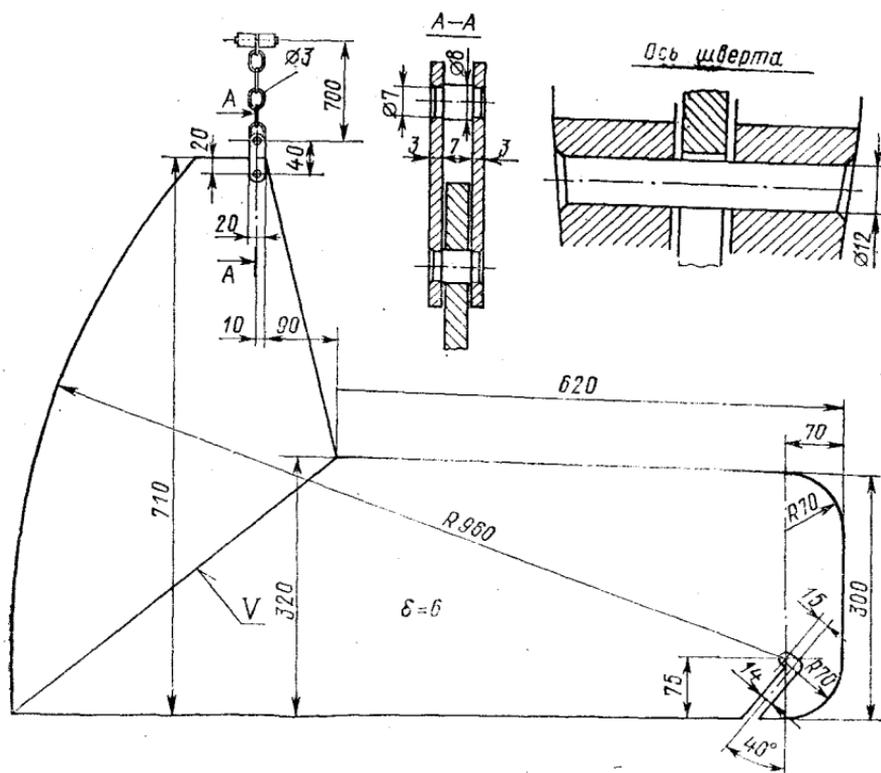


Рис. 355. Шверт

тового колодца. Под гайки крепления нужно положить шайбы увеличенного диаметра, чтобы уменьшить смятие древесины.

Швертовый колодец дополнительно раскрепляется с корпусом лодки при помощи поперечной банки 15 (см. рис. 351.) Шверт (рис. 355) вырезается из 6-миллиметрового стального листа. Для уменьшения отходов его можно сварить из двух частей, тщательно выправив после сварки и зачистив сварной шов. Прорезью в нижней кромке шверт надевается на шпильку диаметром 12 мм, закрепленную в фальшке. Подъем шверта осуществляется за цепочку, снабженную рукояткой, но можно поставить в кокпите простейшую лебедочку с храповиком или же использовать тали со стопором, позволяющим фиксировать шверт в любом промежуточном положении.

Оборудование лодки немудреное; нужно изготовить пайолы в кокпите, крышку актерлюка, щиток для входного люка в рубку, прочный битенг для крепления якорного каната и буксира, швартовные и шкотовые утки, рулевое устройство и т. п. Щиток рекомендуется снабдить жалюзи для лучшей вентиляции каютки (рис. 356).

Мачта длиной 6,36 м изготавливается клееной пустотелой для облегчения; гик — сплошного сечения (рис. 357). Для «Каравеллы» пригодна такая же конструкция ступса и устройства для закрутки стапселя вокруг штага, что и на

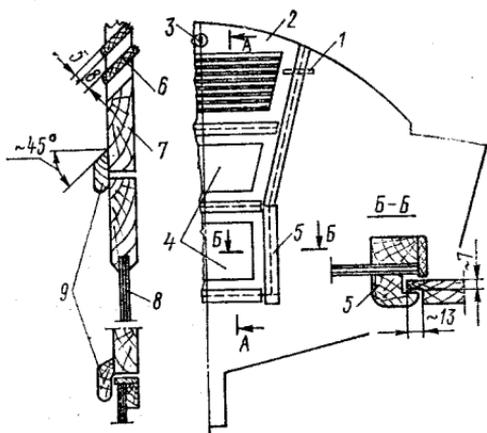


Рис. 356. Конструкция задвижного щитка для входа в рубку.

1 — мебельная задвижка; 2 — щиток с жалюзи; 3 — замок; 4 — щиток сплошной; 5 — направляющая; 6 — рейка 5 × 30; 7 — рамка 16 × 60; 8 — фанера, δ = 6; 9 — накладка 8 × 25.

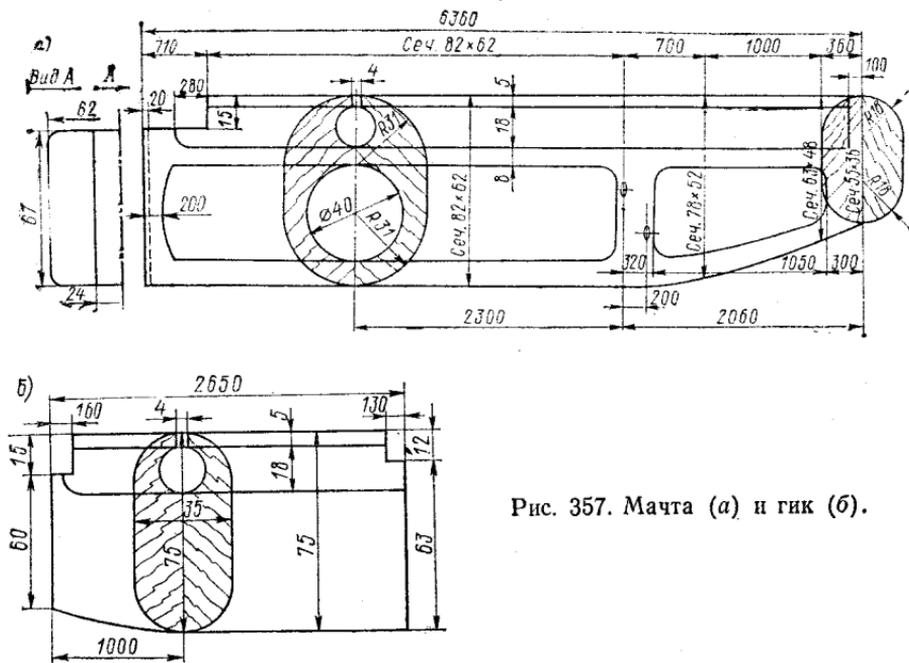


Рис. 357. Мачта (а) и гик (б).

Проект 15.
Моторно-парусная
мини-яхта „ДЮГОНЬ“

Основные данные	
Длина наибольшая	5,90 м
» по КВЛ	5,34 м
Ширина наибольшая	2,30 м
» по КВЛ	2,00 м
Осадка	0,75 м
Надводный борт минимальный	0,73 м
» в носу	1,00 м
Полное водоизмещение	Около 1,5 т
Площадь парусности (грот + стаксель)	13,05 м ²
Мощность двигателя	12—25 л. с.
Пассажиروместимость, чел.	6

Крупные реки Союза в большинстве своем представляют цепь обширных водохранилищ, соединяемых участками русла ограниченной ширины и с сильными течением. Для туристских плаваний по таким рекам весьма удобны и наиболее экономичны моторно-парусные суда, оснащенные как достаточно мощным двигателем с хорошим запасом горючего, что позволяет преодолевать чисто речные участки (тем более — против течения), так и развитым парусным вооружением, дающим возможность использовать даровую энергию ветра при пересечении больших водохранилищ, озер и плесов. Отличительными чертами подобных судов должны быть повышенная мореходность и высокая обитаемость, чтобы экипаж мог совершать переходы даже в свежие ветра, когда глиссирующие мотолодки и катера вынуждены пережидать непогоду у берега.

Отметим, что парусные суда, как правило, сравнительно тихоходны; скорость их ограничена верхним пределом $v = 5,25\sqrt{L}$ км/ч, где L — длина по ватерлинии, м. «Мощности», обеспечиваемой парусами, оказывается недостаточно, чтобы преодолеть этот барьер, обусловленный резким ростом волнового сопротивления воды.

Для парусника справедливы те же закономерности, что и для моторного судна. В частности, чтобы судно под парусами перешло в режим глиссирования, оно должно быть относительно легким и нести не менее 60 м² парусности на каждую тонну водоизмещения (сравните с потребной для этого мощности двигателя — 40 л. с. на тонну). Увеличивать же площадь парусности произвольно — только в зависимости от водоизмещения судна — нельзя; чем больше парусов, тем больше риск того, что порывом ветра судно будет накрено до опасного предела или даже опрокинуто. Для противодействия кренящему моменту от давления ветра судно приходится снабжать тяжелым балластным фальшкилем, т. е. еще больше увеличивать его водоизмещение и осадку, что связано с ростом сопротивления воды. Поэтому реальная скорость, которую может развить под парусами лодка длиной по ватерлинии около 6 м, обычно не превышает 5 узлов — т. е. 9-11 км/ч, а средняя скорость на переходе такого парусника составляет 6-7 км/ч. Для преодоления этого расстояния в 6-7 км глиссирующий катер такого же водоизмещения и размеров, как например, предлагаемый вниманию моторный парусник «Дюгонь», затратит примерно 12 мин. времени и 6 л горючего. Владелец катера, конечно выиграет время — пройдет тот же путь впятеро быстрее, но выигрышем экипажа парусника будет спокойное бесшумное плавание, на которое, к тому же, не придется расходовать ни капли горючего. Моторно-парусный вариант позволяет сочетать преимущества обоих типов судов.

Имея на мачте парус, судоводитель освобождается от постоянных забот о заправке горючим по пути следования; меньше опасность остаться без хода при неисправности двигателя; появляется возможность отдыхать на самой лодке, а не обязательно на берегу. При благоприятном ветре 6-метровый парусник может покрыть за сутки 100-150 км пути, а при комбинированном использовании двигателя и парусов эти цифры становятся гарантированными,

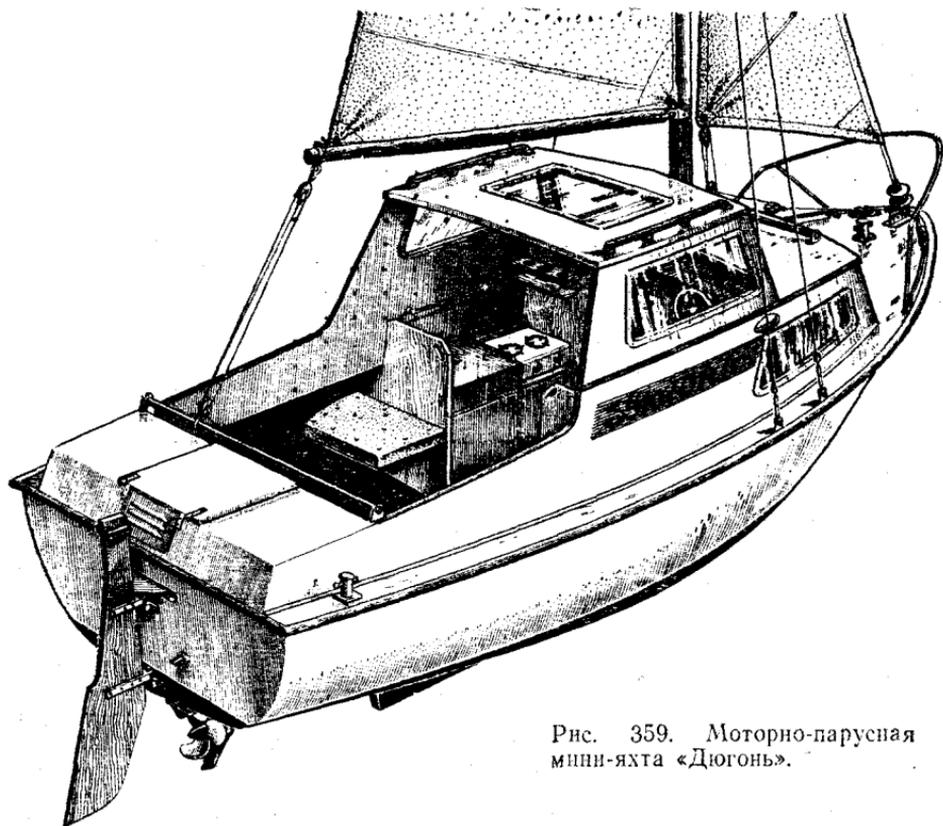


Рис. 359. Моторно-парусная мини-яхта «Дюгонь».

«Дюгонь» (рис. 359) — экономичное моторно-парусное судно минимальных размеров, несущее умеренную площадь парусности при небольшой осадке (0,75 м), которая не слишком ограничивает капитана в плавании по внутренним водам. В то же время на нем отсутствует шверт, который требует постоянного внимания экипажа и создает определенные неудобства — колодец занимает место в каюте. Вооружение «Дюгоня» рассчитано на управление человеком, может быть, и недостаточно искушенным в парусном деле, но желающим использовать свежий попутный ветер.

Лавировать на таком моторном паруснике, особенно короткими галсами и при наличии встречного течения смысла не имеет — проще запустить двигатель и преодолеть неблагоприятный участок по кратчайшему расстоянию. Поэтому в данном случае можно мириться с ухудшающей лавировочные качества развитой (относительно корпуса) рубкой, которая, естественно, была бы недопустимой на чисто парусном судне. Высокая рубка, открытая с кормы и являющаяся защищенной от непогоды частью кокпита, оказывается удобной для размещения поста управления судном и небольшого камбуза, который может быть оборудован газовой плиткой. Она хорошо вентилируется; за приготовлением пищи может присмотреть человек, стоящий на вахте; обеденный стол располагается рядом — в кокпите.

Длина парусника выбрана минимальной с расчетом на использование для постройки корпуса пилотматериалов стандартной длины. В то же время, помня о зависимости предельной скорости яхты от длины по ватерлинии, можно посоветовать при наличии соответствующих материалов несколько увеличить длину «Дюгоня» (до 7,5—8,0 м).

Ходовые качества, соответствующие скорости, развиваемой под парусами, т. е. около 10-11 км/ч, можно было бы обеспечить с двигателем совсем неболь-

шой мощности, но развивающим крутящий момент, достаточный для того, чтобы применить гребной винт увеличенного диаметра. За рубежом на подобных судах ставят дизели мощностью 7—12 л.с. Однако отечественные дизели, устанавливаемые на спасательных шлюпках и рыболовных судах, для «Дюгоня» будут слишком тяжелы и велики по габаритам. Из стационарных двигателей могут быть использованы 13,5-сильный «СМ-557Л» (ныне не выпускающийся) и различные бензиновые двигатели от мотопомп и переносных электростанций. Важно, чтобы такие двигатели были не слишком громоздкими и имело устройство для заднего хода (например, винт регулируемого шага или коробка передач), так как без него судно не будет допущено к плаванию.

Наиболее реальным, хотя и менее экономичным вариантом, является применение подвесных моторов «Нептун-23», «Вихрь» и «Привет». 20-25-сильный мотор с хорошо подобранным гребным винтом позволит развивать скорость около 15 км/ч; при этом эксплуатационным режимом должна быть работа на несколько пониженных оборотах, обеспечивающих наибольшую экономичность. 12-сильный «Ветерок» хотя и позволит получить скорость около 10 км/ч на тихой воде, но не будет обладать запасом мощности, необходимым для преодоления свежего встречного ветра и течения. Иногда эффективность этого мотора при установке на парусных яхтах удается повысить благодаря увеличению передаточного числа редуктора или применению кольцевой профилированной насадки гребного винта.

Строителю предоставляется выбрать один из трех вариантов установки подвесного мотора. Самый простой — навесить его на транец, сделав в нем углубление — рецесс. При этом нужно будет либо сместить мотор от ДП к борту, либо выполнить рулевое устройство с двумя рулями, расположенными по бортам от мотора. Положительным свойством установки мотора на транце является возможность откидывать мотор при плавании под парусами, но не следует забывать и о таких недостатках, как уязвимость мотора при швартовках, низкое расположение двигателя относительно воды, неудобства при ремонте и запуске.

Наиболее целесообразным представляется выполнить силовую установку по типу «Сэйлдрайва», отсоединив головку-двигатель от редуктора. Редуктор с гребным винтом крепят к днищу снаружи, а двигатель — внутри корпуса на несложной проставке-фундаменте. Установка получается компактной, хорошо защищенной от повреждений и заливания волной, удобной для обслуживания. В проставке можно смонтировать дополнительный понижающий редуктор. Поскольку при этом выхлопной патрубок мотора оказывается глубоко погруженным под воду, необходимо смонтировать отдельный выхлопной трубопровод с глушителем и вывести выхлоп через транец. Для предотвращения попадания в двигатель воды трубопровод следует изогнуть в виде колена почти до уровня палубы.

Изготовить подобную установку способен далеко не каждый судостроитель-любитель, поэтому можно предложить промежуточный вариант — поставить подвесной мотор в специальный колодец, смонтированный в кокпите. В этом случае несложно сделать какую-либо скользящую подвеску для мотора, которая позволит поднимать его выше уровня днища при ходе под парусами и закрывать нижнее отверстие колодца специальными створками или щитком. Колодец нужно ставить возможно ближе к транцу с тем, чтобы углубление выхлопного патрубка не было слишком большим.

Обводы корпуса (рис. 360, табл. 37), рассчитанные на плавание в районе верхнего предела скорости (13-15 км/ч), имеют приподнятую корму и слегка погруженный транец; большая ширина корпуса обеспечивает необходимую остойчивость и комфортабельность судна.

Основное место пребывания экипажа на ходу — кокпит и рулевая рубка. Высота под «жестким тентом» — 1,6 м. Место рулевого оборудуется откидным сиденьем. Боковое стекло рубки желательно выполнить сдвижным для лучшего обзора по курсу при крене. При плавании под парусами можно перейти на управление румпелем из кокпита, а если рулевой предпочитает и при этом оставаться в рубке, то для наблюдения за парусами в ее крыше делается окно из плексигласа. За спинкой сиденья рулевого устанавливается платяной шкаф, верхняя часть которого может служить столом для карты (рис. 361).

Таблица 37. Плазовые ординаты яхты «Дюгонь», мм

Линия	Номер шпангоута										Тр.
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Линия борта — ЛБ Ватерлиния — В	392	684	897	1040	1120	1152	1150	1130	1070	992	876
	176	511	766	944	1063	1125	1130	1112	1045	952	835
	110	473	733	919	1045	1160	1130	1096	1030	930	800
	96	426	696	890	1015	1080	1110	1078	1006	896	753
	55	364	630	835	970	1045	1070	1040	959	826	660
Киль — ЛК	20	295	549	753	892	980	1000	970	876	718	493
	—	199	418	616	740	821	870	815	677	426	—
	—	55	233	397	480	573	602	411	—	—	—
	15	25	48	69	69	69	69	69	69	62	55
Линия борта — ЛБ Батокс — Бз Б1 Киль — ЛК	950	890	646	808	780	759	746	732	726	732	746
	—	—	—	256	—	—65	—89	—63	27	237	—
	—	673	68	—122	—171	—205	—212	—178	—133	—56	66
	753	11	—179	—253	—274	—288	—271	—230	—193	—137	—48
	0	—248	—312	—343	—344	—332	—304	—260	—214	—154	—86
				Высоты от КВЛ							

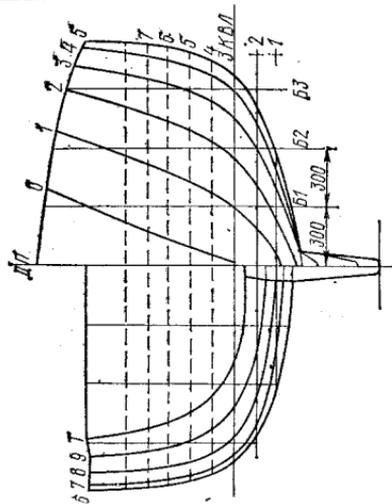
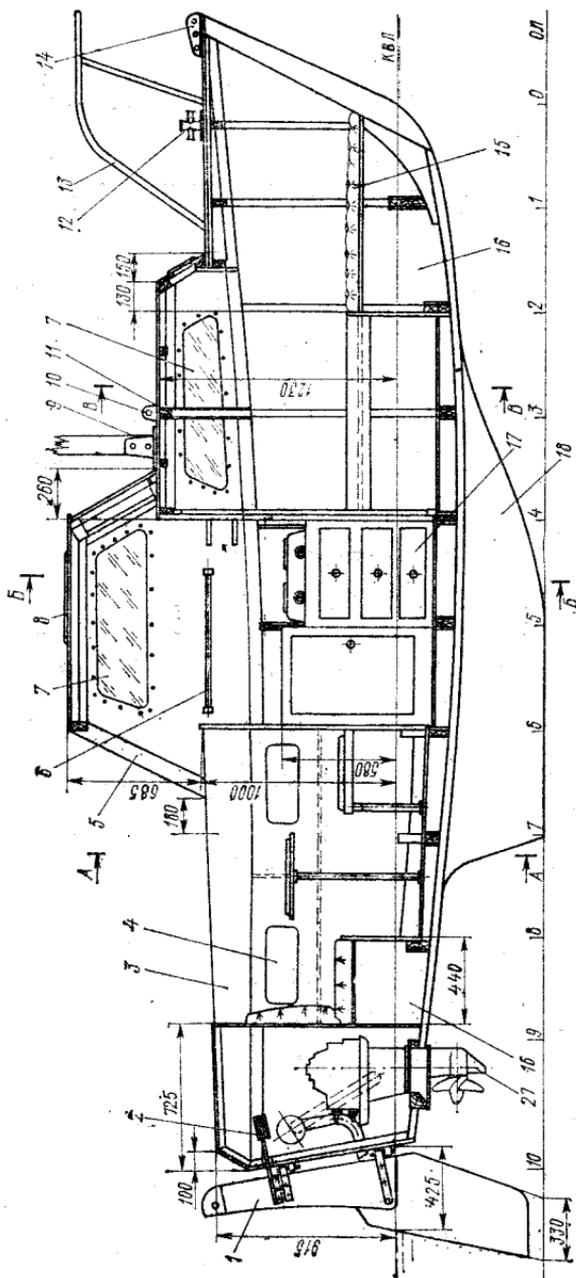


Рис. 360, Теоретический чертеж.

Рис. 361. Общее расположение яхты.

1 — перо руля, склеенное из досок $b = 30$ мм; 2 — сектор руля; 3 — комингс кокпита с внутренней зашивкой из фанеры $\delta = 6$ мм; 4 — бортовая ниша; 5 — стойка 60×28 ; 6 — поручень из алюминиевой трубы или дуба; 7 — иллюминатор бортовой, плексиглас $\delta = 6 \div 8$; 8 — алюминатор верхний, плексиглас $\delta = 6 \div 8$; 9 — степс мачты; 10 — погон стаксель-шкога; 11 — ус-ленный бимс; 12 — швартово-буксирный кнехт; 13 — носовой релинг из трубы $\varnothing = 22 \div 25$ мм; 14 — обух стаксель-штага; 15 — лаупальная койка; 16 — рундук; 17 — камбузный стол с выдвижными ящиками; 18 — фаянзиль массой 150 кг; 19 — настоль косяк, фанера $\delta = 6$ мм; 20 — газовая плита; 21 — полка для посуды; 22 — камбузный стол, внизу шкафчик; 23 — откидное сиденье; 24 — съемный стол; 25 — диван; 26 — актерник — моторный отсек; 27 — двигатель; 28 — блоки штуртросовой проводки; 29 — глушитель и выхлопной трубопровод; 30 — полунереборка; 31 — платяной шкаф; 32 — сильные рулевого; 33 — рулевой привод; 34 — полочка для стаканов; 35 — дверь в носовой кубрик; 36 — открывающийся иллюминатор.



зашивкой. Суммарная емкость их должна составлять 80—100 л. Дополнительный запас удобно хранить в канистрах в кормовом отсеке, закрепив их от перемещения при крене.

Шкоты основных парусов — грота площадью 9,15 м² и стакселя 3,9 м² — проведены на поперечные погоны из трубы или стального троса. Для повышения скорости в слабый ветер полезно иметь и большой стаксель — геную площадью 7,0 м² (рис. 362).

Лучше всего строить «Дюгонь» с реечной обшивкой по ламинированному или гнутым шпангоутам (см. спецификацию набора) с последующей оклейкой корпуса снаружи одним-двумя слоями стеклоткани.

Для повышения остойчивости парусника в носовой части наружного киля крепится балластный фальшкиль массой 150 кг, который можно изготовить из железобетона. Наружный слой бетона упрочняется тонкой стальной сеткой, а после монтажа на корпус фальшкиль оклеивается слоем стеклоткани. Для крепления фальшкиля к корпусу достаточно четырех шпилек диаметром 10 мм, пропущенных сквозь усиленные флоры шп. 3—5. Шпильки можно согнуть попарно из одного прутка в виде буквы П, к «перекладине» которой приварить пластины или стальные прутки, замоноличиваемые бетоном.

Спецификация деталей корпуса.

Киль: сечение в средней части — 120 × 25; в носу и корме — 80 × 25; ре-
зенкиль — 160 × 25 (120 × 25);

Внутренний привальный брус — 25 × 60;

Скуловой стрингер (при гнутых шпангоутах) — 25 × 40;

Буртики — 25 × 25, дуб; штапики — $r = 22$;

Карленгсы рубки и кокпита — 25 × 40;

Шпангоуты гнутоклеевые — 25 × 40; шпация — 535 мм;

Шпангоуты гнутые (дуб) — 16 × 30; шпация — около 300 мм;

Наружная обшивка — рейка 20 × 60 или доски толщиной 18 мм; заготовки
сделать на 2 ÷ 3 мм толще;

Настил палубы, комингсы рубки и транец — водостойкая фанера $\delta = 8$ мм;

Крыша рубки и переборки — фанера $\delta = 6$ мм;

Обвязка рубки — рейки 24 × 40;

Пайолы — фанера $\delta = 8$ или доски толщиной 14 мм

Аливагабов М. М. Двигатели спасательных шлюпок и катеров. Л., «Судостроение», 1981.

Аливагабов М. М., Бочкарев В. Н. Двигатели катеров. Л., «Судостроение», 1985.

Баадер Х. Разъездные, спортивные и туристские катера. Л., «Судостроение», 1976.

Бень Е. Модели и любительские суда на воздушной подушке. Л., «Судостроение», 1983.

Бирюкович К. Л. и др. Мелкие суда из стеклоцемента и армоцемента. Л., «Судостроение», 1965.

Ветров С. Пионерская судовой верфь. Л., «Судостроение», 1983.

Григорьев В., Грязнов В. Судовые такелажные работы. Атлас. М., «Транспорт», 1975.

Джерман К., Бивис Б. Современный трос в морской практике. Л., «Судостроение», 1980.

Дю Плесси Х. Малотоннажные суда из стеклопластика. Оснащение, обслуживание, ремонт. Сокр. пер. с англ. Л., «Судостроение», 1978.

Емельянов Ю. В., Крысов Н. А. Справочник по мелким судам. Л., «Судпромгиз», 1950.

Емельянов Ю. В. Малые туристские моторные суда. Л., «Судостроение», 1967.

Ерлыкин И. И., Привалов Э. И., Павленко А. Н. Катер с водометным движителем. Л., «Судостроение», 1969.

Ефремов Г. В. Сборщик деревянных судов. Л., «Судостроение», 1968.

Казаров Ю. С., Соколова Н. Ф. Путешествие по «Катерам и яхтам», Л., «Судостроение», 1978.

Катера, лодки и моторы в вопросах и ответах. Справочник под редакцией Г. М. Новака. Л., «Судостроение», 1977.

«Катера и яхты». С 1963 по 1981 г. — сборник, вышло 94 выпуска; с 1982 г. — журнал, выходит один раз в два месяца.

Катков П. П. Технология пластмассового судостроения и судоремонта. Л., «Судостроение», 1968.

Клосс Э. Э. Суда любительской постройки. М., Изд-во ДОСААФ, 1963.

Кривонос Л. М. Гребной винт к твоей лодке. М., Изд-во ДОСААФ, 1970.

Кривонос Л. М. Расчеты и чертежи в любительском судостроении. М., Изд-во ДОСААФ, 1964.

Крючков Ю. С., Лапин В. И. Парусные катамараны. Л., «Судостроение», 1967.

- Кэннел Д., Литтер Д. Современные тенденции в проектировании яхт Л., «Судостроение», 1980.
- Лазарев В. А. Автомобильные двигатели в катеростроении. Л., «Судпромгиз», 1962.
- Либефорт Г. Б. Механические установки быстроходных катеров. Л., «Судостроение», 1966.
- Мухин Ю. Н., Синильщиков Б. Е. Автомобильный двигатель на катере. Л., «Судостроение», 1980.
- Норвуд Дж. Быстроходные парусные суда. Л., «Судостроение», 1983.
- Павлов А. И. Клееные судовые конструкции. Л., «Судостроение», 1965.
- Павлов А. И. Мелкие суда из фанеры и картона. Л., «Судпромгиз», 1959.
- Правила плавания по внутренним водным путям РСФСР. «Транспорт», 1984.
- 15 проектов судов для любительской постройки. Сост. и научн. редактор Г. М. Новак. Л., «Судостроение», 1-е изд. — 1974; 2-е изд. — 1976.
- Рейнке К., Лютъен Л., Мус И. Постройка яхт. Л., «Судостроение», 1983.
- Романенко Л. Л., Щербаков Л. С. Моторная лодка. Л., «Судостроение», 1971.
- Семенов Е. Н., Страшкевич Р. В. Моторы «Вихрь» на лодке Л., «Судостроение», 1971.
- Сонин Е. К. Радиоэлектроника в катерах и яхтах. М., «Радио и связь», 1982.
- Справочник по катерам, лодкам и моторам (под общ. редакцией Г. М. Новака). Л., «Судостроение», 1982.
- Тараторкин Б. С. Приборы для яхт и катеров. Л., «Судостроение», 1984.
- Терептьев Г. Б. Морские деревянные суда. Л., «Судпромгиз», 1961.
- 300 советов по катерам, лодкам и моторам. Сост. и научн. ред. Г. М. Новак. Л., «Судостроение», 1974.
- Фаворов Б. П. Окраска маломерных судов. Л., «Судостроение», 1977.
- Хейфец Л. Л. Гребные винты для катеров. Л., «Судостроение», 1980.
- Ховард-Уильямс Дж. Уход за парусами и их ремонт, М., «Физ. и спорт», 1980.
- Шедлинг Ф. М. Как построить байдарку, шлюпку и швертбот. Л., «Судостроение», 1958.
- Шедлинг Ф. М. Теоретический чертеж мелких судов. Л., «Судпромгиз», 1958.
- Якубовский М. И. Портативные любительские суда. Л., «Судостроение», 1967.
- Якшаров П. С. Малые стальные суда. Л., «Судостроение», 1980.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
-----------------------	---

Часть 1. АЗБУКА СУДОСТРОЕНИЯ

Глава 1. Судно и его мореходные качества	5
--	---

§ 1. Основные определения и главные размерения	—
§ 2. Форма корпуса и теоретический чертеж	8
§ 3. Плавучесть	15
§ 4. Остойчивость	22
§ 5. Непотопляемость	27
§ 6. Ходкость	30
§ 7. Двигатели	39
§ 8. Какая будет скорость?	51
§ 9. Управляемость	53
§ 10. Особенности движения парусных яхт	55

Глава 2. Выбор проекта для постройки	66
--	----

§ 1. Назначение и условия использования малых судов	—
§ 2. Выбор типа двигателя и движителя	84
§ 3. О возможности отступлений от основных элементов проекта	86

Часть 2. ПОСТРОЙКА СУДНА

Глава 3. Материалы и соединения деталей	91
---	----

§ 1. Древесные пиломатериалы и фанера	—
§ 2. Крепежные детали	95
§ 3. Клеи и склеивание	98
§ 4. Стеклопластик	104
§ 5. Металлы	109

Глава 4. Постройка корпуса судна	111
--	-----

§ 1. Рабочее место, приспособления, инструменты	—
§ 2. Разбивка теоретического чертежа на плазе	116
§ 3. Сборка корпуса на шпангоутах	125
§ 4. Сборка корпуса на лекалах	131
§ 5. Другие способы постройки малых судов	134
§ 6. Наружная обшивка	138
§ 7. Конструктивные детали деревянного корпуса	145
§ 8. Монтаж палубы и рубок	153
§ 9. Конопатка обшивки	161
§ 10. Покрытие корпуса стеклопластиком	162
§ 11. Шпаклевка и окраска корпуса	165

Глава 5. Оборудование и снаряжение судна	170
§ 1. Оборудование открытых моторных лодок и катеров	—
§ 2. Оборудование каютных катеров и моторных лодок	176
§ 3. Устройства и дельные вещи	185
§ 4. Снабжение малых судов	193
§ 5. Сигнально-отличительные огни	195
Глава 6. Двигатели, движители и оборудование	198
§ 1. Подвесные моторы	—
§ 2. Стационарные двигатели	203
§ 3. Системы охлаждения	212
§ 4. Общие требования к установке двигателя на катере. Топливные баки	216
§ 5. Реверсивно-редукторные передачи	218
§ 6. Монтаж двигателя и гребного вала на катере	220
§ 7. Электрооборудование	225
§ 8. Изготовление гребных винтов	228
Глава 7. Парусное вооружение яхт	233
§ 1. Рангоут и такелаж	—
§ 2. Такелажные работы	238
§ 3. Как шить парус	244
§ 4. Дельные вещи для парусных судов	252
Часть 3. ПЯТНАДЦАТЬ ПРОЕКТОВ	
Глава 8. Гребные лодки	257
Проект 1. Лодка «Скиф»	—
Проект 2. Гребно-парусная лодка дори	267
Проект 3. Лодка «фифан»	276
Глава 9. Моторные лодки	286
Проект 4. Мотолодка «Налим»	—
Проект 5. Мини-мотолодка «Сарган»	292
Проект 6. Пластмассовый тримаран «Скат»	301
Проект 7. Рыболовная мотолодка «Лещ»	310
Проект 8. Мотолодка «Суперкосатка»	320
Глава 10. Катера	331
Проект 9. Водометный катер «Суперкосатка-В»	331
Проект 10. Туристский катер «Краб»	344
Проект 11. Туристский катер «Сивуч»	353
Глава 11. Яхты	367
Проект 12. Прогулочно-туристский швертбот «Трепанг»	367
Проект 13. Моторно-парусная дори «Палтус»	378
Проект 14. Прогулочно-туристская мини-яхта «Каравелла»	392
Проект 15. Моторно-парусная мини-яхта «Дюгонь»	403
Литература	412

Дмитрий Антонович Гурбатов

**15 ПРОЕКТОВ СУДОВ
ДЛЯ ЛЮБИТЕЛЬСКОЙ ПОСТРОЙКИ**

Издание 3-е, переработанное и дополненное

Редактор *Ю. С. Казаров*

Художественный редактор *О. П. Андреев*

Технический редактор *Е. А. Полякова*

Корректоры *А. Г. Кувалкин, С. Н. Маковская, В. Ю. Самохина*

Художник *Б. Н. Осенчаков*

ИБ № 1150

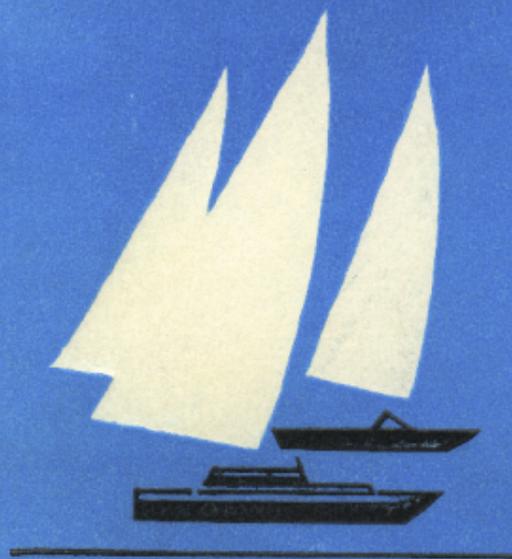
Сдано в набор 06.12.84. Подписано к печати 08.04.85. М-30512. Формат 60×90¹/₁₆. Бумага типографская № 2. Печать высокая. Гарнитура литературная. Усл. печ. л. 26,0. Уч.-изд. л. 31,9. Усл. кр.-отг. 26,19. Изд. № 3933-84. Тираж 100 000 экз. Заказ № 405. Цена 1р. 90к.

Издательство «Судостроение», 191065, Ленинград, ул. Гоголя, 8.

Ленинградская типография № 2 головное предприятие ордена Трудового Красного Знамени Ленинградского объединения «Техническая книга» им. Евгении Соколовой Союзполиграфпрома при Государственном Комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 198052, г. Ленинград, Л-52, Измайловский проспект, 29.

Справочник

Д. А. Курбатов



15
ПРОЕКТОВ
СУДОВ
ДЛЯ ЛЮБИТЕЛЬСКОЙ
ПОСТРОЙКИ