

Juan Baader

MOTORKREUZER
UND
SCHNELLE
SPORTBOOTE

Verlag Delius, Klasing & Co
Bielefeld und Berlin

Х. Баадер

РАЗЪЕЗДНЫЕ,
ТУРИСТСКИЕ
И СПОРТИВНЫЕ

КАТЕРА

Сокращенный
перевод
с немецкого
В. П. ГУДИМОВИЧА
и Л. Б. ЕМЕЛЬЯНОВОЙ

Под редакцией
Ю. В. ЕМЕЛЬЯНОВА

Издательство «Судостроение»
Ленинград · 1977

Предисловие «Об авторе и его книге»,
комментарии и примечания к рисункам
Ю. В. ЕМЕЛЬЯНОВА

Б $\frac{31805-0016}{048(01)-77}$ 93-76

© Перевод на русский яз. Издательство «Судостроение», 1977 г.

Первое издание книги Хуана Баадера «Разъездные, туристские и спортивные катера» вышло в Аргентине в 1951 г. на испанском языке и привлекло внимание специалистов, работающих в малотоннажном судостроении, обилием современного для тех лет, хорошо систематизированного фактического материала по проектированию мотолодок, разъездных, туристских и спортивных катеров и глиссеров, моторных и моторно-парусных яхт. Книга была прекрасно иллюстрирована и содержала доступно изложенные общие положения по вопросам проектирования и испытаний малотоннажных судов указанных классов.

Автор книги — технический руководитель и совладелец ведущей аргентинской катеростроительной верфи в Тигре — располагал широкими возможностями получения и обработки материалов по катерам и моторным яхтам, построенным на собственном предприятии, а также на верфях США, ФРГ и Англии.

В конце 60-х годов Хуан Баадер переработал свою книгу и дополнил ее материалами о катерах и моторных яхтах современных типов. Эта книга была издана в ФРГ в 1970 г. на немецком языке.

Новая книга Х. Баадера не представляет собой общего систематизированного руководства по проектированию катеров, поскольку в ней не отражены, например, вопросы прочности, конструкции отдельных элементов. Она не является и популярным руководством для любителей, строящих своими силами туристские или спортивные катера. Тем не менее разнообразие фактического материала делает ее интересной для широкого круга советских специалистов, работающих над созданием малотоннажных моторных судов различных типов, главным образом разъездных, туристских и спортивных.

В переводе частично сохранены данные о больших морских моторных яхтах, предназначенных на Западе для путешествий их владельцев, поскольку эти яхты сходны с морскими служебными (разъездными) катерами, строящимися в СССР.

В книге Х. Баадера впервые раскрыта специфика проектирования катеров в условиях капиталистической страны, где верфи работают главным образом по единичным заказам владельцев катеров и моторных яхт. Специфика находит выражение в подходе к расчетам при проектировании катеров, в рекомендуемом объеме рабочих чертежей, в проведении испытаний построенных катеров и использовании их результатов.

Делегации советских катеростроителей, посещавшие зарубежные предприятия, неоднократно отмечали эти особенности, позволяющие упростить создание катеров, сократить сроки их строительства. В некоторых вопросах указанную специфику целесообразно использовать в отечественном катеростроении.

При редактировании перевода книги Х. Баадера многие разделы оригинала были существенно сокращены, переработаны, дополнены комментариями и примечаниями.

Едва ли существует на свете нечто более захватывающее, чем раскрытие тайн движущегося судна. Обводы судна и строительный материал, движение при помощи ветра или двигателя, спокойные внутренние воды или открытые моря, является ли судно спортивным катером или транспортным средством — все эти факторы накладывают на него свой отпечаток.

Любое начало — это чистый лист бумаги, на котором возникает эскиз желаемого судна. Затем появляется форма, выявленная в теоретическом чертеже, но секрет его линий стоит лишь на втором месте. Важнее выбрать оптимальные соотношения между длиной, шириной, водоизмещением и машинной установкой. Мореходность и ходкость несомненно зависят от обводов судна, однако решающий фактор — это рационально выбранные соотношения размерений. Можно смело сказать, что почти все моторные катера и яхты (99%) могут быть улучшены, а половина из них должна быть улучшена! Каждая новая разработка катера порождает необходимость ответить на многие вопросы.

Какой должна быть ширина катера, чтобы достичь требующейся остойчивости, разместить желаемое оборудование и при этом не вызвать большого сопротивления движению? Какая длина избавляет от неблагоприятного внешнего вида и тяжелого хода, не увеличивая расходы и не усложняя эксплуатацию? Какой выбрать двигатель по мощности и весу, частоте вращения и надежности?

Часто еще до начала постройки при выборе размерений, мощности двигателя совершают ошибки в оценке веса. Нередко при проектировании возникают ошибки из-за недоразумений в методике. Какими преимуществами обладают V-образные обводы по сравнению с круглоскулыми? Как ведут себя катера с такими обводами на волнении? Почему некоторые катера на ходу настолько

сильно дифференцируются на корму, что Седный рулевой лишается достаточного обзора? Почему катера иногда образуют такую тяжелую, пожирающую мощность кормовую волну? ... Или надоедливый шум от двигателя, вибрация? Насколько можно избежать всего этого благодаря правильно спроектированной установке, амортизирующей изоляции!

Малотоннажное судостроение — это ремесло и искусство, техника и наука, объединенные в единое целое. Один расчет, даже выполненный при помощи ЭВМ, не дает окончательного решения. Творчества самого по себе недостаточно. Для окончательного решения необходимо сочетание упомянутых факторов, однако ведущим из них является техника. Только от нее зависят прочность и долговечность, скорость и маневренность, остойчивость и мореходные качества.

В настоящей работе сделана попытка рассмотреть часто встречающиеся проблемы и предложить определенные ответы на них в форме, доступной читателю, не имеющему специального технического образования.

Мне посчастливилось, что почти половина всех заказов, выполнившихся нашей верфью, относилась к служебным судам (от моторных спасательных катеров до бензозаправщиков для гидросамолетов), и я мог заняться самым большим хобби моей жизни — постройкой яхт¹. Но требования к яхтам слишком велики. Едва ли в мире найдется такое же сложное сооружение, как современный катер или моторная яхта, где на очень малом пространстве размещено столько элементов: бытовое, механическое и электрическое оборудование.

Существует ли идеальное судно? Я думаю — да, если требования к нему соответствуют практическим и техническим возможностям. Некоторые рекомендации по этому вопросу можно найти в данной работе. Я часто мечтал встретить заказчика, для которого смог бы спроектировать и построить идеальный катер. Заказчик указал бы только желаемые размеры, особенности и оборудование катера, но не затрагивал вопроса о затратах . . . Можно было бы построить великолепный катер! Этого идеального заказчика я жду до сих пор.

¹ Все нумерованные сноски см. в конце книги в комментариях к тексту. — *Прим. ред.*

1. От Ноева ковчега до рекордного дизельного катера

Что общего у современного моторного катера с Ноевым ковчегом? Сходство их в том, что ковчег был построен из дерева, передвигался по воде и имел соответствующее внутреннее оборудование. Не хватало лишь механического двигателя и нескольких тысяч лет технического прогресса.

Еще со времен египтян и финикийцев мореплавание осуществлялось лишь при помощи ветра. Парусные суда тех времен выглядят сегодня неуклюжими, тихоходными и трудноуправляемыми. Однако они могли преодолевать большие расстояния в более короткое время, чем караваны, медленно передвигавшиеся по земле. Парусные суда не нуждались в корме, как верблюды или лошади, и если достигали своей цели при скорости 5 км/ч, то этим уже перекрывали темпы движения караванов.

Даже в раннеисторический период совершались прогулки на судах. Египетские изображения показывают, как более 4000 лет назад принц Хар-Куф плывал по Нилу в окружении множества слуг. Он не нуждался в умении управлять парусом и рулем, в знании мелей и быстрин реки. Для этого у него были капитан, штурман и экипаж. Встречается нечто подобное и в наше время, но несравненно больше владельцев маленьких катеров, которые не только являются капитанами и штурманами в одном лице, но и сами поддерживают катер и двигатель в исправном состоянии. Многие из них добились поистине удивительного знания дела.

Для преобладающего большинства владельцев катеров жизнь на море — это спорт, а не прогулка. Настоящий спорт представляет собой гораздо большее, чем умение запустить двигатель и выполнить необходимые маневры. Основательные знания навигации, лодки и навыки хорошего матроса являются лишь основой водно-моторного спорта. Даже короткие послеобеденные плавания

доставляют только удовольствие, если есть мастерство, знания и владелец доверяет катеру и двигателю. Это спорт — как физический, так и духовный. Когда в 1912 г. Томас Флеминг Дей, капитан катера «Детройт» длиной 10,65 м, с тремя членами экипажа пересекал Атлантический океан, то, будучи ответственным за судьбу своего маленького судна, он был настолько занят, что во время сильного волнения ни разу не смог сомкнуть глаз, хотя лишь самое незначительное время непосредственно стоял у руля.

Прошло менее 90 лет с тех пор, как появились моторные катера, т. е. лодки, приводимые в движение при помощи теплового двигателя. В 1886 г. Готлиб Даймлер продемонстрировал свой «Некар» — первый в мире действующий моторный катер. Построенный по типу небольшого парового баркаса, он имел длину 6 м, ширину 1,5 м и вмещал 11 человек. Мощность небольшого бензинового двигателя Даймлера равнялась 2 л. с. при высокой частоте вращения — 800 об/мин. Это был двухцилиндровый четырехтактный двигатель в V-образном исполнении.

Уже год спустя на воде появились два следующих пионера раннего моторостроения. Когда Вильгельм Майбах хотел испытать на Майне свой моторный катер, оборудованный сконструированным им бензиновым двигателем, он был немедленно задержан полицией. Больше повезло Карлу Бенцу, который в 1887 г. продемонстрировал свой двигатель на реке Шпрее близ Берлина.

В то время полагали, что двигатель внутреннего сгорания найдет себе значительно больший рынок сбыта как двигатель для катеров, чем для автомашин. «Катера — да! Нелепые автомашины — нет! Слишком много шума, слишком опасно, пугают лошадей», — такова была точка зрения в те времена. До 1900 г. большая часть двигателей внутреннего сгорания была изготовлена для катеров и меньшая — для автомашин.

Все существовавшие в те времена двигатели имели огромный вес и небольшую частоту вращения, были очень трудны в эксплуатации, поэтому их нельзя было устанавливать на малых катерах.

Готлиб Даймлер создал не просто действующий, а легкий быстроходный двигатель и вызвал всеобщее удивление тем, что частоту вращения его двигателя можно было регулировать. Двигатели внутреннего сгорания ранних конструкций имели необычайно низкую частоту вращения (100 или 150 об/мин), причем число их оборотов было постоянным. Поэтому катера с такими двигателями выглядели неукротимыми чудовищами по сравнению с оборудованными регуляторами машинами Даймлера.

Уже через три года после создания первого моторного катера Даймлера надежность бензиновых двигателей в эксплуатации и обслуживании настолько повысилась, что ими стали оборудовать также и рабочие катера. При постройке одного из европейских каналов в 1889 г. было использовано 15 таких рабочих моторных катеров. Это была область работ, в которой до тех пор использовали большие по размерам, тяжелые и дорогие паровые баркасы.

Катера с двигателями Даймлера считались быстроходными. Увлечение такими двигателями никогда не прекращалось. Увеличивалась как мощность, так и связанная с нею частота вращения. В настоящее время для практической эксплуатации катеров имеются не только бензиновые двигатели, но и дизели с частотой вращения до 5000 об/мин, которые нельзя рассматривать

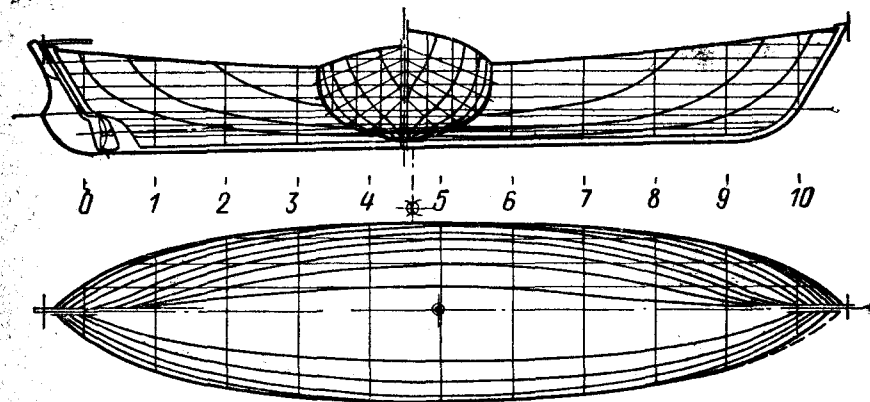


Рис. 1*. Малое судно идеальной формы с наименьшим сопротивлением движению и наилучшим поведением на волне. Эта форма, созданная еще викингами тысячу лет назад, и в настоящее время применяется при постройке прибойных, корабельных и промысловых катеров и шлюпок. Здесь показан теоретический чертеж моторного катера длиной 10 м, шириной 2,2 м и водоизмещением 3 т.

как специальные гоночные двигатели. Все автомобили, суда и самолеты применяют «легкий быстроходный двигатель».

Прошло немного лет и были найдены используемые до сих пор классические обводы моторного катера — острая носовая часть и транцевая корма.

В 1903 г. в бухте Монако состоялись первые гонки моторных катеров. В том же году впервые был разыгран английский международный приз Хармсворта. Моторные гоночные катера были по современным понятиям необычно длинными и узкими. Они, несомненно, должны были выглядеть «породистыми», однако еще не находились на правильном пути, который был открыт позже. Победивший в первых гонках Хармсворта катер «Нэпир» имел длину 12 м при ширине лишь 1,6 м. Он был оборудован одним бензиновым двигателем мощностью 65 л. с. и достиг впечатляющей скорости — 35 км/ч.

Немецкий моторный гоночный катер «Царица» 1904 г. имел еще более удивительные размеры: наибольшую длину 19 м, ширину 2,2 м. Он был оборудован шестицилиндровым двигателем

* Здесь и далее звездочка у номера рисунка означает: см. примечания в конце книги. — Прим. ред.

мощностью 350 л. с. и достиг скорости 52 км/ч. Какой прогресс! И все это произошло лишь через 18 лет после появления первого робкого моторного катера с двигателем мощностью 2 л. с.

Как только стало известно, что быстроходные моторные катера на большом ходу поднимаются из воды, чтобы мчаться по поверхности, пришлось отказаться от большой длины. Теперь уже перестали считаться со старым опытом парусных яхт — «длина бежит», а приняли новое достижение глиссирующих

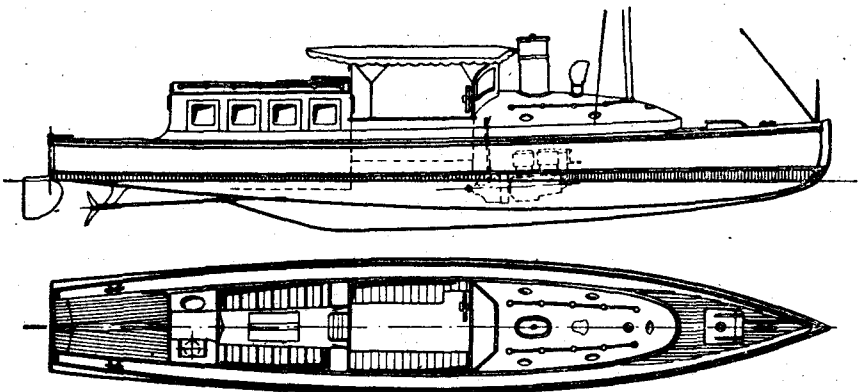


Рис. 2. Быстроходная моторная яхта, построенная в 1912 г. в Гамбурге по проекту Макса Эртца. Несмотря на 13-метровую длину, она оборудована лишь одной каютой с двумя спальными диванами; в носовой части яхты имеется камбуз. Благодаря малой ширине (2,2 м) яхта с бензиновым двигателем «Ллойд» мощностью 40 л. с. имела скорость 24,5 км/ч. Было предусмотрено вспомогательное парусное вооружение: гафельный грот и стаксель.

катеров — «ширина скользит». Принцип скольжения нашел свое первое практическое применение в 1908 г., а чисто V-образные обводы появились в 1910 г.²

Иначе развивались туристские катера. Создатели их стремились к тому, чтобы конструкция, метод постройки и двигатель отвечали требованиям безопасности и надежности. Существовало убеждение, что не следует увеличивать скорость, так как более необходимы удобные каюты. Поэтому еще в течение многих лет продолжали преобладать длинные, узкие суда с двигателями небольшой мощности. Типичные туристские катера перед первой мировой войной имели размеры от 12 × 2 м до 15 × 2,6 м и мощность двигателя от 15 до 30 л. с. при частоте вращения вала 700—800 об/мин (рис. 1 и 2).

Несмотря на малый опыт в постройке моторных и туристских катеров, уже тогда придавалось большое значение их мореходным качествам. Бермудские острова расположены в средней части Северной Атлантики, в 665 морских милях от Нью-Йорка. Там в 1907 г. были организованы и успешно проведены первые океанские гонки моторных катеров. Эти гонки повторялись

ежегодно с 1908 по 1913 г. Наименьший катер, принимавший участие в гонках, имел длину 12 м, ширину 2,75 м и был оборудован одним бензиновым двигателем мощностью 16 л. с. В среднем эти так называемые океанские моторные катера имели длину 15 м, ширину 3 м и двигатель мощностью 35 л. с.

Дизели в качестве двигателей для больших моторных яхт впервые были использованы в 1912 г. Однако всеобщее распространение они получили после того, как в 1920 г. был применен бескомпрессорный впрыск топлива. Постепенно снижался вес этих двигателей с высокой степенью сжатия и увеличивалась частота их вращения. Так, с 1930 г. дизелями стали оборудовать катера средних размеров. Благодаря дешевизне и малой пожарной опасности дизельного топлива это оказалось выгодным.

За очень короткий период облегченная конструкция и частота вращения двигателей, в том числе и дизелей, настолько развились, что в настоящее время быстроходными дизелями можно оборудовать даже малые открытые спортивные катера. Однако по сравнению с бензиновыми двигателями дизели и теперь несколько тяжелее по весу, больше по размерам, создают значительные шум и вибрацию³. Кто бы мог подумать еще 10 лет назад, что вскоре (1967 г.) появится дизельный гоночный катер, который достигнет рекордной скорости — 103,75 км/ч.

2. Скорость — относительное понятие

Однажды во время общего пробега туристских и открытых спортивных катеров, обычного для одного из яхт-клубов при открытии сезона, многие наблюдавшие пробег заметили, что большая моторная яхта вызвала значительно меньшее волнообразование, чем другие катера, небольшие по размерам и более легкие. (Все катера шли к финишу с одинаковой скоростью). Отчего это зависело? От острой кормы? Или от таланта конструктора, который удачным проектом парусной яхты составил себе имя? Вероятно, целесообразно и для других катеров использовать острую крейсерскую корму? Если не тратить так много лошадиных сил на мешающую движению кормовую волну, то, очевидно, можно сэкономить топливо или при таком же расходе увеличить скорость!

Все эти рассуждения были неверными. Причина заключалась ни в форме кормы, ни в таланте конструктора, а в меньшей относительной скорости большой яхты. При совместном плавании была одинаковой лишь абсолютная скорость, но не относительная.

Соотношения между мощностью двигателя, размером катера и скоростью кажутся запутанными. Они зависят от многочисленных и переменных воздействий, которые слишком часто превратно

толкуются владельцами катеров и даже авторами технических книг.

Понятие относительной скорости имеет первостепенное значение для понимания взаимосвязи формы катера, скорости и мощности двигателя (рис. 3—6).

Подводная лодка или самолет передвигаются в единой окружающей среде — воде или воздухе. Судно же передвигается по границе двух сред, имеющих совершенно различную плотность. Оно плывет по свободной поверхности воды, граничащей с воздухом. При плавании под водой подводная лодка не создает волн и не имеет волнового сопротивления.

Движущееся судно, напротив, свободно образует волны на поверхности воды, на что затрачивается часть мощности двигателя.

Существует закономерное соотношение между длиной волны и скоростью ее распространения. Плывущее судно образует волновой профиль у своего борта; расстояние между вершинами волн этого профиля определено скоростью судна.

Соотношение между длиной волны и размером судна при скорости 20 км/ч показано на рис. 7. Три катера — большая моторная яхта, средний туристский катер и малый открытый спортивный катер — образуют волну длиной 19,75 м при условии, что все они движутся с абсолютной скоростью, равной 20 км/ч. Даже если бы рядом с океанским лайнером длиной 300 м плыла с той же скоростью трехметровая мотолодка с подвесным мотором, волны были бы одинаковой длины.

Рассматривая большую яхту длиной по ватерлинии 64 м (см. рис. 7), замечаем у ее борта четыре вершины волны. Говорят, что судно идет на трех волнах, т. е. существуют три расстояния между вершинами волны на протяжении длины судна. Туристский катер длиной 16 м при скорости 20 км/ч идет уже менее чем на одной длине волны. В данном случае волна также должна быть длиной 19,75 м, хотя катер имеет длину по ватерлинии лишь 16 м. Поэтому корма туристского катера попадает почти на подошву волны. У малого спортивного катера, длина которого по ватерлинии равна 4 м, длина волны почти в пять раз превышает длину катера.

Итак, несмотря на одинаковую абсолютную скорость, положение трех катеров внутри одинакового волнообразования получается совершенно различным. Создается впечатление, что большая яхта идет малым ходом, туристский катер — средним ходом, малый спортивный катер — полным ходом. Эти наблюдения правильные.

Относительная скорость определяется как частное от деления абсолютной скорости на квадратный корень из длины ватерлинии судна. Результат, называемый также коэффициентом скорости R , является численным выражением относительной скорости. Квадратный корень из длины по ватерлинии большой яхты, равной

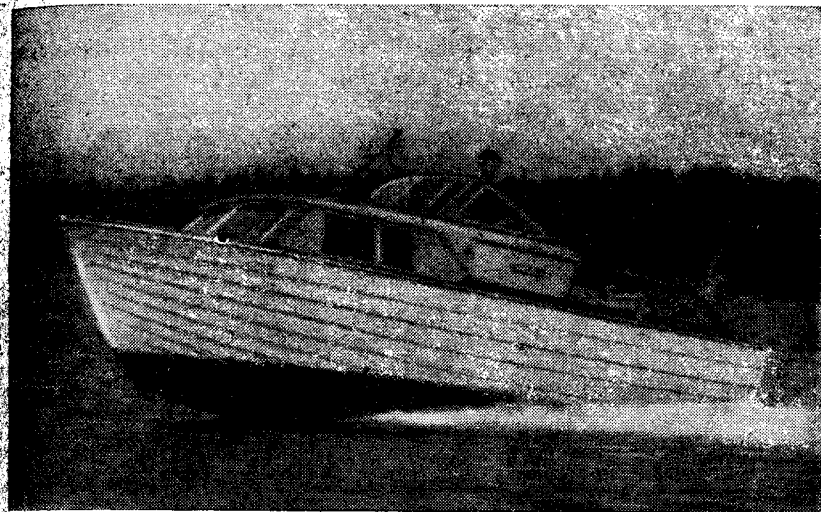


Рис. 3*. Моторный катер «Адлер I» длиной 7,5 м и шириной 2,6 м удачной конструкции. Серийно изготавливается из стеклопластика по проекту В. Х. Вилке (Швеция).



Рис. 4*. Моторный катер «Остзее» с кормовой каютой; корпус катера выполнен из красного дерева с V-образными обводами. Серийная постройка осуществляется катеростроительной верфью «Роберт Франц».

Длина катера наибольшая 9,5 м, ширина 2,95 м. На катере установлены два бензиновых двигателя фирмы «Волво-Пента» мощностью по 100 л. с. Скорость катера около 35 км/ч.

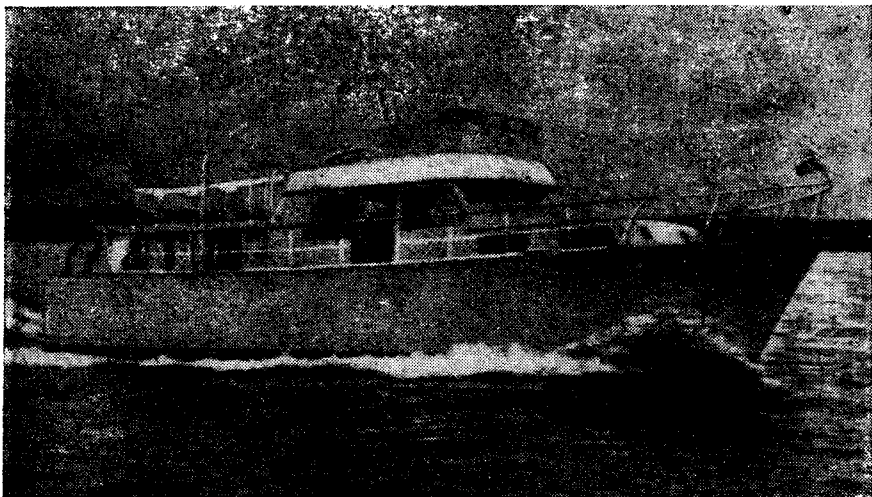


Рис. 5. 14-метровый туристский катер «Ни-ка-сия». Конструктор Эдвин Монк. Ширина катера 4,32 м. Крейсерская скорость с дизелем мощностью 180 л. с. 24 км/ч.

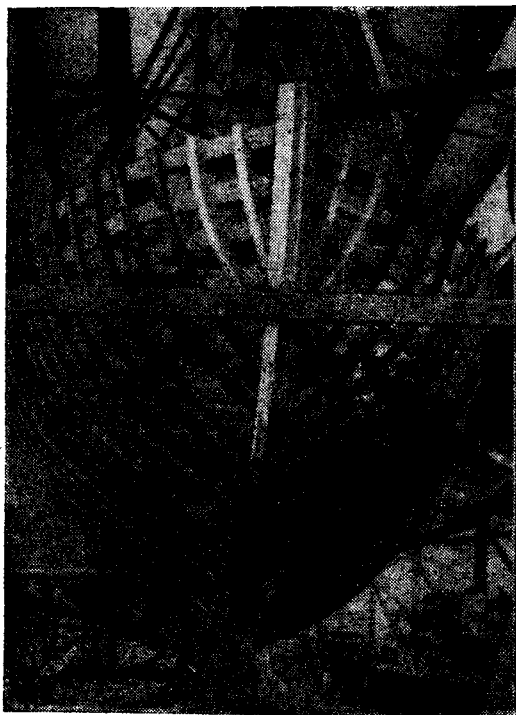


Рис. 6. Большая моторная яхта с кормой каноз. Такие острые или закругленные формы кормовой оконечности целесообразно применять для яхт умеренной скорости, однако не следует превышать коэффициент скорости $R=4,5$. Здесь показан композитный способ постройки. Стальные шпангоуты не касаются наружной обшивки.

64 м, есть 8, следовательно, $R = 20 : 8 = 2,5$. Для четырехметрового спортивного катера квадратный корень равен двум и коэффициент скорости $R = 20 : 2 = 10$. У туристского катера длиной по ватерлинии 16 м $R = 5$. Итак, туристский катер длиной 16 м при $R = 5$ ровно в два раза быстрее, чем большая яхта, у которой $R = 2,5$. Четырехметровый спортивный катер с $R = 10$ даже в четыре раза относительно быстрее большой яхты.

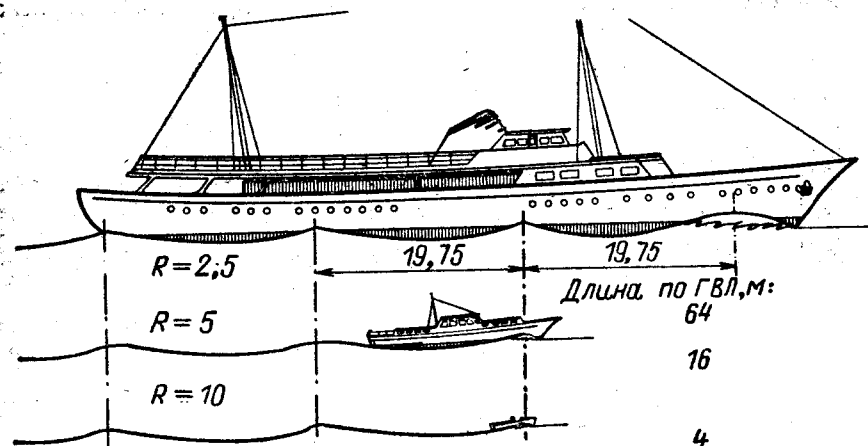


Рис. 7. Волнообразование у трех судов различной длины, имеющих одинаковую скорость — 20 км/ч. Измеренная в направлении движения длина поперечной волны при скорости 20 км/ч составляет всегда 19,75 м. Поэтому 64-метровая моторная яхта идет на трех гребнях волны, 16-метровый туристский катер занимает менее одной длины волны, а четырехметровый спортивный катер — приблизительно пятую ее часть. Большая яхта ($R = 2,5$) имеет наименьшую относительную скорость, а малый спортивный катер ($R = 10$) — наибольшую.

Относительная скорость имеет большое значение для всего малотоннажного судостроения. В крупном судостроении ее роль меньше, так как там не встречаются высокие значения относительной скорости, хотя их и учитывают при проектировании обводов. Что представляет собой относительная скорость, узнали лишь в конце прошлого столетия, когда впервые при помощи научных средств взялись за изучение сопротивления самоходных судов и отработку обводов. Пока существовали лишь парусные суда, а первые пароходы не развивали повышенных скоростей, обводы судна создавались лишь на основе опыта.

Английский физик Вильям Фруд дал понятию относительной скорости математическую формулировку:

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

где v — скорость, м/с; g — ускорение силы тяжести, введенное с целью получения безразмерной величины, м/с²; L — длина судна по ватерлинии, м.

Для получения сравнимых чисел Фруда необходимо пользоваться или метрической, или английской системой. Прошло довольно много времени, пока понятие относительной скорости и ее влияние на форму обводов и соотношение размерений проникло в катеростроение. Лишь в 30-х годах понятие относительной скорости начали применять при проектировании моторных

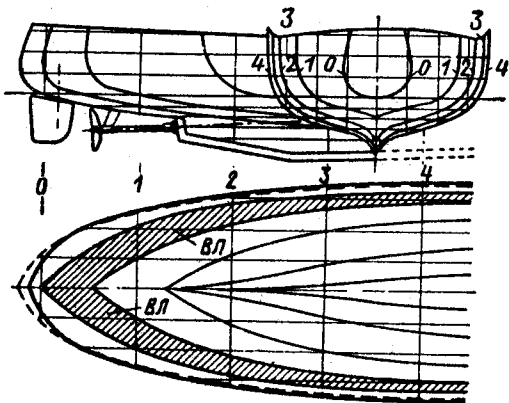


Рис. 8*. Изображенные обводы крейсерской кормы более всего пригодны для больших туристских катеров, отличающихся малым волнообразованием и низкой относительной скоростью. Выше $R = 4,5$ их не следует применять.

катеров, однако еще и в настоящее время, даже в кругах специалистов, к этому важному фактору подходят эмпирически и без глубокого понимания существа вопроса⁴.

Теперь понятно, почему большая моторная яхта удивила своим небольшим волнообразованием. Она передвигалась относительно гораздо медленнее, чем все остальные катера совместного пробега, значительно уступавшие ей по размерам. Без сомнения, конструктор сознательно разработал правильную форму катера (рис. 8).

Если бы более короткие катера были построены для такой скорости с обводами, как у большой яхты, то волнообразование оказалось бы очень большим. В этом случае возникает особенно опасная сильная кормовая волна, связанная с неблагоприятным дифферентом катера.

Если катер движется медленно, то его вес чисто статически поддерживается водой, т. е. вес вытесненной воды равен весу катера и не изменяется.

Высокая скорость малых катеров стала возможной благодаря появлению легких катерных двигателей, обладающих значительной мощностью. На большой скорости возникают динамические силы, которые стремятся вытолкнуть корпус катера из воды. В результате часть веса катера перестает поддерживаться только статически вытесненным количеством воды, а поднимается динамическим давлением воды на днище, вызванным ходом катера.

Такое состояние движения называют переходным режимом, полуглиссированием.

На динамический подъем катера, в значительной степени зависящий от относительной скорости, оказывает влияние также и форма днища. Плоская конфигурация будет способствовать этому подъему, острая килеватая форма шпангоутов, наоборот, окажется менее благоприятной.

Нельзя рассчитывать, что многие суда могут достичь переходного режима. Бессмысленно придавать подводной части больших судов (от портового буксира до крупного пассажирского судна) форму, обеспечивающую динамический подъем их. Динамические силы окажутся недостаточными, и такая форма неблагоприятно отразится на скорости судов. Все большие суда имеют закругленные или заостренные формы кормовой оконечности; если в последнее время и встречается транцевая корма, то это не характерно⁵. При получении малых значений коэффициентов скорости необходимо, чтобы кормовая оконечность судна имела узкую вытянутую форму. В этом случае не играет роли, что такое судно, может быть, движется с абсолютной скоростью 55 км/ч. Относительная скорость его невысокая.

Наибольшую скорость, показанную когда-либо пассажирским водоизмещающим судном во время ходовых испытаний, имел лайнер «Юнайтед Стейтс» — 76 км/ч при мощности двигателя 240 000 л. с. Но даже такая мощность и скорость при большой длине судна не создали динамической выталкивающей силы. В этом отношении спортивные карлики намного превзошли великанов морей!

Если у быстроходного моторного катера частично образуется динамическая выталкивающая сила, то возникает вопрос, нельзя ли достигнуть состояния полного скольжения (глиссирования) при увеличенной мощности двигателя и соответственно повышенной скорости. Это в самом деле возможно.

Чем выше относительная скорость катера, тем большими становятся динамические силы. Очень быстроходные легкие катера, прежде всего моторные гоночные, практически достигают состояния полного скольжения. Вес катера поддерживается только динамической выталкивающей силой, причем катер только касается поверхности воды.

Волнообразование. Каждый движущийся катер вызывает возмущение свободной поверхности воды. Носовая часть судна вытесняет определенное количество воды. Вода устремляется назад к корме, чтобы заполнить пустоту. Благодаря этому возмущению возникают поверхностные волны, которые «уносят» часть мощности двигателя.

Чем меньше воды вытесняется катером, тем меньшая часть мощности двигателя расходуется на волнообразование. С каждой волной бесполезно и безвозвратно «убегает» топливо. Более того, волны мешают другим катерам и даже причиняют разрушения

береговой черте. При начинающемся скольжении вытесняемое количество воды меньше, чем вес катера. Легко убедиться, что в этом случае уменьшается сопротивление, т. е. экономится мощность двигателя. Если бы удалось достигнуть режима полного скольжения, то волнообразование могло бы и не быть (физически полного скольжения, к сожалению, не существует).

Для контраста следовало бы рассмотреть очень тихий ход. При нем почти отсутствует волнообразование; рябь на поверхности воды становится едва заметной. Так как топливо не расходуется на волнообразование, двигатель в режиме малого хода находится в благоприятных условиях и получается исключительно экономичный ход...

Чтобы рассмотреть вопросы волнообразования, необходимо определить некоторые основные понятия. *Длиной волны* называют расстояние между вершинами волн. Под *высотой волны* понимают разницу в высоте между подошвой и вершиной волны. Время между прохождением двух следующих друг за другом вершин волн у неподвижной точки называют *периодом волны*. Последний зависит как от длины, так и от скорости распространения волны. Необходимо отметить, что перемещается только геометрическая фигура волны, а не водная масса.

Длина волны, скорость распространения и период находятся в определенном соотношении, благодаря чему их можно легко рассчитать. Для исследования длины волн не имеет значения, образуются ли они от действия ветра или же от хода катера. В любом случае волны подчиняются простым физическим законам. Сообразно с ними длина волны

$$L_w = \frac{2\pi}{g} v^2.$$

Ускорение силы тяжести g при нормальных условиях остается неизменным и равным $9,81 \text{ м/с}^2$; оно придает формуле независимость от системы мер. Для практических целей его исключают, тогда выражение длины волны упрощается: $L_w = 0,64v^2$. Скорость v при этом должна приниматься в метрах на секунду. Как видно, длина волны, проходящая вдоль катера, зависит исключительно от скорости, а не от размера или обводов катера.

При движении катера со скоростью 5 м/с (18 км/ч) образуется волна длиной $L_w = 0,64 \cdot 5^2 = 16 \text{ м}$. Свободные морские волны, появляющиеся от действия ветра, подчиняются тому же закону. Если понаблюдать в море волны средней длиной 16 м , то окажется, что они передвигаются тоже со скоростью 5 м/с (18 км/ч).

3. Четыре вида движения по воде

Ожидаемое волнообразование имеет решающее значение как для выбора обводов, так и для поведения катеров на ходу. Чтобы создать упорядоченную систему различных форм

катеров, которая позволит исследовать их обводы и поведение, необходимо разграничить виды их движения. При каком режиме движения происходит переход от водоизмещающего плавания к глиссированию? Когда в действительности глиссирует катер? При какой скорости необходимо считаться с очень сильным волнообразованием? Когда выгодно применять острые кормовые обводы? Как угадать ходовой дифферент или часто наблюдаемое значительное изменение дифферента?

Все упомянутые вопросы остается привести к зависимости от единой характеристики — коэффициента скорости⁶. На рис. 7 указаны коэффициенты скорости R , равные 2,5 и 10. Можно ли предвидеть, как должно вести себя судно при таких значениях коэффициента скорости? Очевидно, большая моторная яхта с $R = 2,5$ движется спокойно и без изменения дифферента. Малый же спортивный катер с $R = 10$ идет так, что ему, несомненно, полезно частичное глиссирование. Поэтому некоторые виды движения исследуются применительно к относящимся к ним коэффициентам скорости.

Дрейфование. Прошло немного времени с тех пор, как баржи, груженные углем или рудой, дрейфовали вниз по течению рек. Удивительно, что, не имея никакого моторного привода, они двигались не только со скоростью течения, но даже несколько быстрее. Однако и небольшого превышения скорости было достаточно, чтобы баржа слушалась руля. Отталкиваясь шестью от дна реки, экипажи помогали продвигать груженные и пустые баржи вперед. Эта была трудная и утомительная работа. Однако баржам удавалось приходиться с грузом к месту назначения.

Такое медленное продвижение называют *дрейфованием*. Ему присущи три основные особенности:

1. Практически не возникает волнообразования и, следовательно, волнового сопротивления.

2. Сопротивление движению заключается почти исключительно в трении воды о корпус судна.

3. Обводы корпуса судна не имеют существенного значения — прямоугольная баржа дрейфует почти так же хорошо, как и судно с округлыми обводами (несмотря на повышенное трение).

Наивысший предел дрейфования наступает при коэффициенте скорости $R = 1$. Баржа длиной 36 м может, таким образом, дрейфовать со скоростью до $1 \cdot \sqrt{36} = 6 \text{ км/ч}$, не вызывая волнового сопротивления. В этом случае не предъявляют каких-либо требований и к обводам судна. Моторный катер длиной 9 м ($\sqrt{9} = 3$) под влиянием умеренного ветра будет дрейфовать со скоростью 3 км/ч .

Водоизмещающий режим плавания. Этот режим плавания (рис. 9 и 10) начинается при $R = 1$ и достигает $R = 8$, хотя нельзя строго ограничивать это значение, так как появление динамической выталкивающей силы замедляется при острых, глубоких обводах и ускоряется при малокилеватых обводах. Число 8 —

среднее значение, выше которого примерно половина катеров может начать частично глиссировать. Неудачно сконструированные катера достигают этого лишь при $R = 9 \div 12$.

В режиме плавания $R = 1 \div 8$ происходит множество процессов, которые в значительной степени влияют на форму и пове-

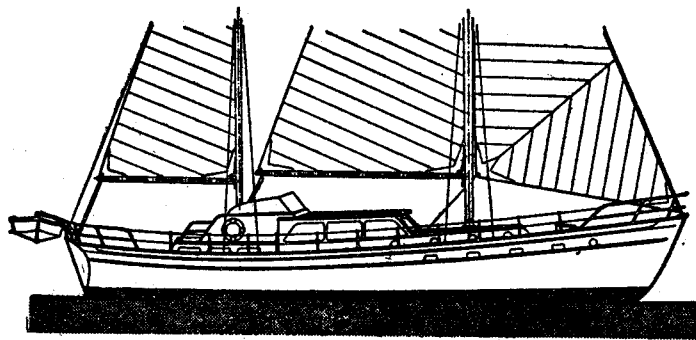


Рис. 9*. Волнообразование отсутствует. Судно при движении преодолевает лишь сопротивление трения.

дение катера. Это как раз те пределы значений R , которые вызывают наибольшие споры относительно выбора типа обводов. Необходимо постепенно переходить к другой форме корпуса,

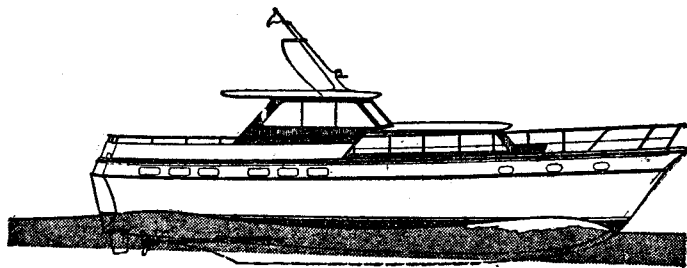


Рис. 10. Большие суда, а также многие моторные катера плавают в водонезмещающем режиме с возрастающим волнообразованием, но без динамической подъемной силы.

чтобы избежать ненужного волнообразования и обходиться выбранной мощностью двигателя. Именно здесь действительно наибольшее изобилие обводов — от узкой, вытянутой, заостренной байдарочной до широкой транцевой кормы. Если обводы катера не соответствуют условиям движения, то наблюдается как излишнее сильное волнообразование, так и значительное увеличение дифферента.

Зависимость между длиной волны, сопротивлением формы и дифферентом в наибольшей степени проявляется в водоизмещаю-

щем режиме плавания. Недостаточное внимание к этому часто приводило к неправильным конструкциям. Чтобы уяснить переход процессов от ступени к ступени, целесообразно выделить несколько периодов (рис. 11):

$R = 3$. Ниже коэффициента скорости $R = 3$ образуется очень незначительное волнообразование, заметного изменения дифферента нет. Рекомендуется применять скругленную эллиптическую корму. Современные быстроходные океанские лайнеры плавают при $R = 3$.

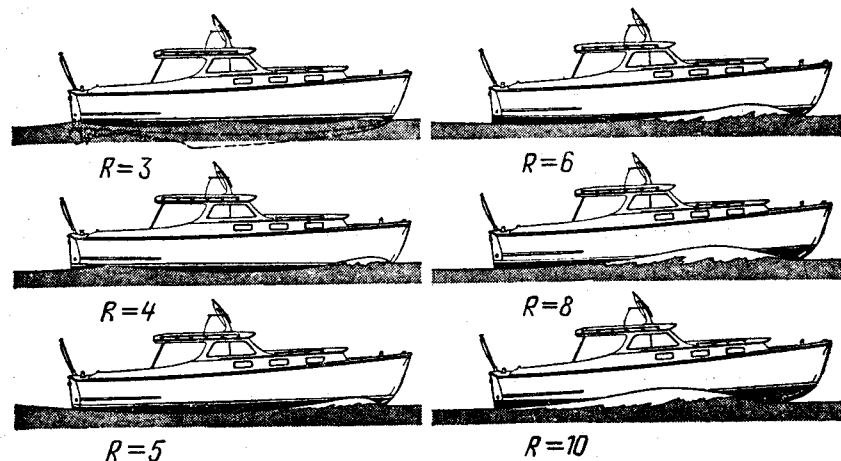


Рис. 11. Волнообразование и дифферент 10-метрового туристского катера «Диана». При $R = 4$ заметен небольшой дифферент на нос. Значительный подъем всего катера при $R = 10$ указывает на начало появления динамической подъемной силы.

$R = 4$. Судно идет на $1/3$ длины волны. Вторая вершина волны находится у кормы и приподнимает ее. Благодаря этому на ходу возникает определенный дифферент на нос — явление, часто наблюдаемое у больших моторных яхт⁷.

$R = 4,5$. До этого значения коэффициента скорости можно смело использовать закругленную или заостренную форму кормы. Суда с широким транцем и очень плоским у кормовой оконечности днищем имеют дифферент на нос.

$R = 4,9$. Это верхний предел скорости, достигаемой судами с закругленными кормовыми обводами. Возникает большая попутная поперечная волна, и вся корма погружается в первую подошву волны. Ход в высшей степени неэкономичный, требующий неоправданно высокой мощности.

$R = 5,25$. Любой катер находится в точке наибольшего относительного сопротивления. Даже при благоприятных обводах корпуса судна образуется сильная попутная поперечная волна. Ни одно судно с округлой кормой не сможет достигнуть этой скорости.

$R = 6$. Вторая вершина волны находится теперь довольно далеко за кормой. Необходим умеренно широкий транец, так как следует позаботиться об определенной опоре для кормы катера. У легких катеров поток отрывается уже у кормы, тогда как у тяжелых он еще до $R = 6,5$ быстро возрастает за кормой и гонится за судном в виде разбитого гребня волны.

$R = 8$. Поток хорошо и ровно обрывается у кормы. Обычные катера имеют благоприятный дифферент при умеренном волнообразовании. Короткие широкие катера, у которых перегружена корма, еще значительно изменяют дифферент и высоко поднимают нос из воды. У легких катеров с хорошими обводами уже можно заметить признаки динамической выталкивающей силы⁸.

Пик сопротивления, возникающий при относительном коэффициенте скорости, равном 5,25, — естественный и неизбежный. Его можно наблюдать при испытаниях моделей и у идущего судна (бросается в глаза особенно сильное волнообразование). К сожалению, этот период хода нельзя исключить из практической эксплуатации катера; у туристских катеров среднего размера он часто наступает при нормальном ходе. К несчастью, этот пик расположен именно в переходной от тихоходных к быстроходным катерам области. Катер длиной 9 м попадает на него при скорости $\sqrt{9 \cdot 5,25} = 15,75$ км/ч; 16-метровый туристский катер достигает его при $v = \sqrt{16 \cdot 5,25} = 21$ км/ч. Большой пик сопротивления находится в области, где значения скорости часто повторяются.

Переходный режим. Если превысить относительную скорость $R = 8$, то возникают динамические силы, которые поднимают катер из воды тем выше, чем больше превышена нижняя граница начала глиссирования (рис. 12—14).

До 1920 г. часто использовали так называемые тетраэдрные обводы, или форму двойного клина. Носовая часть катера началась с глубоко расположенного форштевня и острой ватерлинии, а оканчивался катер очень широкой и совершенно плоской транцевой кормой. Эта форма катера, иногда используемая и в настоящее время, обладает тем преимуществом, что в пределах от средней до повышенной скорости почти совсем не изменяется дифферент. Благодаря очень острому обводу носовой части судна лишь при особенно высокой скорости начинает возникать динамическая выталкивающая сила (приблизительно при $R = 12$). Такие обводы нельзя полностью отвергать; они хорошо оправдали себя, например, на катерах для обучения спортивной гребле (тренеры не могут успешно работать на коротких, сильно меняющих дифферент катерах).

В переходном режиме (в полуглиссировании) катера с хорошими обводами образуют умеренно длинную кормовую волну и отличаются нормальным дифферентом.

Тихоходные катера необязательно должны строиться с округлой формой шпангоутов, а быстроходные — с V-образной. Однако нет сомнения, что V-образные обводы, хотя и благоприятствуют

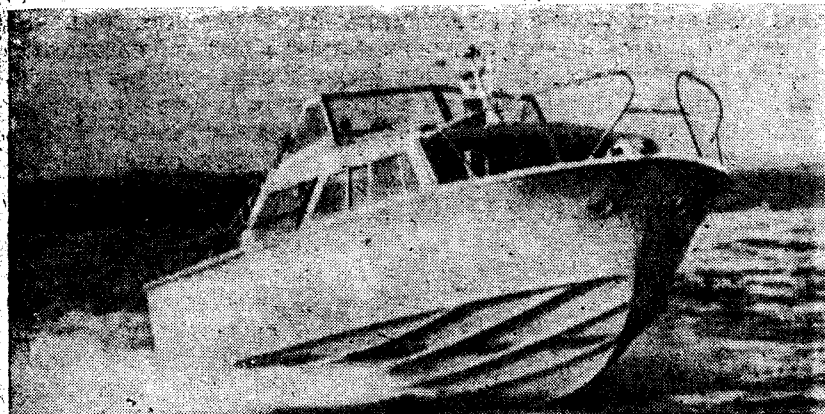


Рис. 12. Быстроходный мореходный катер из стеклопластика «Анкас Куин-30» длиной 9,2 м и шириной 3,25 м. Хорошо видны обводы корпуса элегантной формы типа «глубокое V».



Рис. 13. Мореходный катер «Крис Крафт» из стеклопластика типа «Командор-38». Этот тип катера получил широкое распространение в США для спортивного рыболовства. Длина наибольшая 11,6 м, ширина 3,95 м, мощность двигателей двух по 210 или 275 л. с.

глизсированию, при низких скоростях создают большее сопротивление, чем округлые. Поэтому необходимо знать, в каких пределах относительных скоростей лучше всего происходит переход. Пока не превышен коэффициент скорости $R = 10$, округлая форма шпангоутов имеет некоторое преимущество. Если же

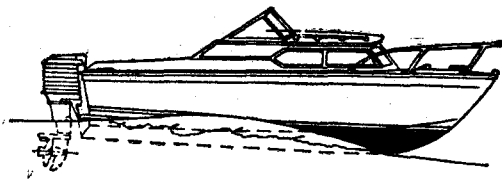


Рис. 14. При возрастающей относительной скорости возникает частичное глизсирование — переходный режим. Волнообразование становится меньше, динамическая подъемная сила стремится приподнять катер из воды.

это значение превышено, то постепенно становятся очевидными преимущества остроскулых шпангоутов. Хотя круглоскулые катера до значения $R = 15$ или $R = 16$ могут еще соперничать с остроскулыми, все же легкие остроскулые катера при $R > 10$ и тяжелые при $R > 12$ или $R > 14$

имеют преимущество из-за уменьшенного сопротивления⁹.

Полное (чистое) глизсирование. В случае дальнейшего повышения относительной скорости часть статического водоизмещения становится все меньше, пока наконец вес катера не будет поддерживаться динамически. Наступает режим полного глизсирования, начинающийся при соответствующих обводах и при коэффициенте скорости $R = 20$ (рис. 15).

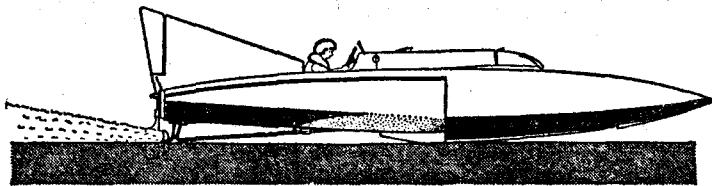


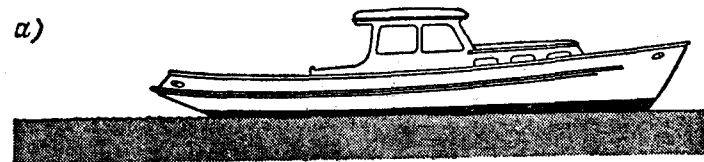
Рис. 15*. В состоянии полного глизсирования волны не образуются. Вес катера поддерживается динамической подъемной силой.

На малом моторном катере начало глизсирования тотчас ощущается. Катер с этого момента реагирует на малейшее образование ряби на водной поверхности заметным вздрагиванием. Одновременно ухудшается устойчивость на курсе и наблюдается тенденция к дрейфу, если этому не препятствует плавник, устанавливаемый под днищем катера. Водитель может точно определить, с какого момента катер больше не плавает по воде, а скользит по ее поверхности.

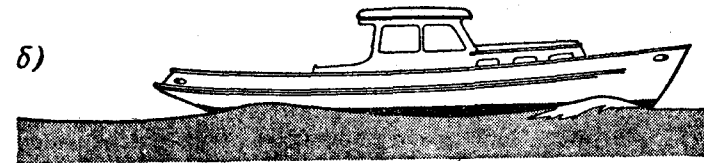
При каждом соприкосновении с водой глизсирующий катер хотя бы немного углубляется. Строго говоря, даже при наивысшей скорости глизсирования имеется остаточная часть статиче-

ского водоизмещения, но это уже не влияет на определение оптимальной формы скользящего днища.

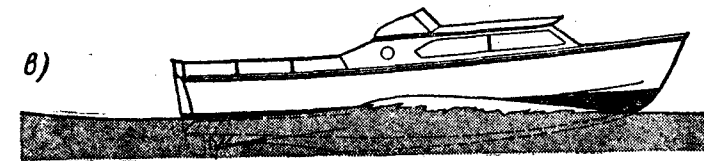
Существуют гоночные катера (глизсеры), которые ходят в режиме чистого глизсирования. Здесь необходимо упомянуть о ми-



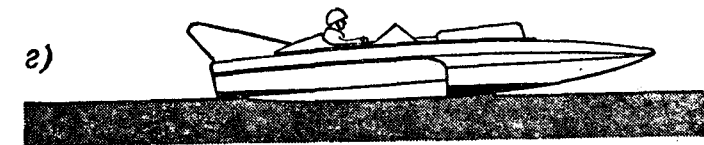
$$R = 0 \div 1$$



$$R = 1 \div 8$$



$$R = 8 \div 20$$



$$R = 20 \div \infty$$

Рис. 16. Четыре режима движения: а — дрейфование (волнообразования нет, есть только сопротивление трения); б — режим плавания (возрастающее волнообразование, динамических подъемных сил нет); в — переходный режим (убывающее волнообразование, частичный динамический подъем); г — полное глизсирование (волнообразования нет, полное динамическое поддержание).

ском рекордсмене — скутере с подвесным мотором. На большом ходу воздушная динамическая сила поддержания (а не давление воды) настолько выгодно использовалась скутером, что он стремительно несся над водной поверхностью, не прикасаясь непосредственно с водой. Контакт с водой имел гребной винт и небольшая часть подвесного мотора. В книге о туристских

и быстроходных спортивных катерах такой вид движения следует характеризовать не как чистое глиссирование, а как полет при помощи судового движителя¹⁰.

Сравнительная таблица четырех видов движения (рис. 16)

Вид движения	Коэффициент скорости k	Скорость (км/ч) при длине по ватерлинии L , м		
		9	25	100
Дрейфование ¹¹	0—1	До 3	До 5	До 10
Водоизмещающий режим	1—8	3—24	5—40	10—80
Переходный режим (частичное глиссирование)	8—20	24—60	40—100	80—200
Полное глиссирование	Свыше 20	Свыше 60	Свыше 100	Свыше 200

В литературе нередко приводятся значения относительной скорости, выраженные в английской системе мер, т. е. скорость в узлах и длина по ватерлинии в футах. Ниже указывается переводной коэффициент для получения метрического значения R , используемого в этой книге. Переводной коэффициент приведен также и для числа Фруда — безразмерного коэффициента скорости. Наконец, переводной коэффициент предусмотрен и для тех случаев, когда относительная скорость выражена в узлах и метрах.

Относительная скорость (английские узлы и футы) $\times 3,355 = R$
 Число Фруда $\times 11,277 = R$
 Ход (уз), длина (м) $\times 1,852 = R$

4. Сопротивление воды движению судов (некоторые пояснения)

Любое волнообразование связано с безвозвратной потерей мощности двигателя. Для такого явления было найдено определение — сопротивление формы, поскольку понятие «волновое сопротивление» не выражает причину возникновения сопротивления. На всех кромках обтекаемого контура и у выступающих частей образуются вихри. Все конструктивные части катера, такие, как руль, кронштейн гребного вала, водоприемные козырьки, боковые кили, обуславливают весьма существенное частичное сопротивление и входят в понятие «сопротивление формы»¹².

Значительная часть мощности двигателя затрачивается на преодоление важной части сопротивления — трения воды о корпус катера. Действительное сопротивление трения часто недооце-

нивается, и поэтому к нему относятся недостаточно внимательно. Доля трения в полном сопротивлении может быть легко рассчитана, во всяком случае, легче, чем сопротивление формы, но сопротивлению трения моторных катеров не придают серьезного значения. Из спортивных судов только гоночные парусные яхты составляют похвальное исключение, так как прилагается немало усилий, чтобы придать гладкость их подводной поверхности. Вода не может струиться вдоль стенки, не образуя значительного трения. Это характерно как для внутренних стенок водопроводной трубы, берегов русла реки или стенок канала, так и для омываемой наружной поверхности корпуса катера. Очевидно, трения воды часто не замечают по той причине, что оно не так отчетливо видно, как волнообразование. Кроме того, оно почти не зависит от формы катера, а обусловлено только размером смоченной поверхности и скоростью. Трение неизбежно, поскольку катер на ходу омывается водой.

Распространенным заблуждением является предположение об отсутствии трения у судна с очень гладким днищем. Полагают, что благодаря использованию современных красок для подводной части судна, например краски с графитом, вода полностью отталкивается, так что нет площади для приложения силы трения. Неверно! Трение возникает всегда! Хотя у очень шероховатых поверхностей оно сильнее, чем у гладких, однако ни жир, ни графит, никакая высокогляцевая политура не могут устранить трения воды или хотя бы значительно уменьшить его.

Лишь недавно добавкой химикалий нашли возможность оказать влияние на способность воды создавать трение и уменьшать его. Сразу за форштевнем изменяется и перемешивается ровно идущий *ламинарный поток* воды. Завихренный поток воды вдоль корпуса катера, внутри которого значительно повышается сопротивление трения, называют *турбулентным*.

Если удастся сохранить ламинарное обтекание потока по возможно большей длине подводной части судна, то сопротивление трения уменьшится. Добавка полимеров (нитевидных молекул) к воде настолько сильно способствует ламинаризации потока вдоль наружной обшивки, что в среднем исключается 30% сопротивления трения; при испытании модели было получено даже до 45% экономии. Разумеется, использование такого химического средства для уменьшения сопротивления трения запрещено организациями парусного спорта. Между тем известны результаты испытания, проведенного в 1968 г. на английском минном тральщике «Хайбэтон». Из носовой части судна во время хода постоянно выпускали очень слабый раствор полиоксиэтилена (1 : 100 000). Сопротивление трения катера благодаря этому уменьшалось в зависимости от скорости и волнения на 22—36%. Экономия мощности двигателя или топлива составила 12—20%. Хотя полиоксиэтилен — недорогой продукт, экономия топлива не покрыла расходов по использованию полимера.

В среднем половина мощности двигателя моторного катера используется на преодоление сопротивления трения. В области пика сопротивления, когда $R = 5,25$, доля трения снижается до $1/3$ полного сопротивления, поскольку на волнообразование затрачивается большая часть сопротивления. При очень медленном движении во время дрейфа полное сопротивление практически целиком состоит из трения (рис. 17).

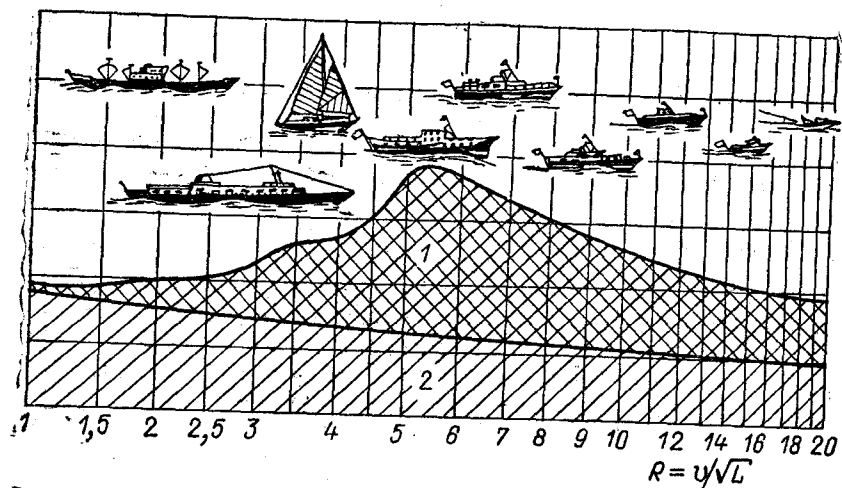


Рис. 17. Соотношение основных видов сопротивления. На очень малом ходу при $R = 1$ возникает только сопротивление трения. Резко поднимается большой пик сопротивления при $R = 5,25$; он зависит от усиления волнообразования, сопротивление от которого составляет здесь $2/3$ полного сопротивления. При наибольшем ходе до $R = 20$ волнообразование понижается настолько сильно, что сопротивление от него становится почти равным также значительно пониженному сопротивлению трения. Силуэты судов показывают соотношение типов катеров и значений относительной скорости $R = v/\sqrt{L}$.

1 — сопротивление формы; 2 — сопротивление трения.

До сих пор говорилось о сопротивлении трения как о чем-то неизменном, но его действительное значение определяется состоянием подводной части судна. Чем больше ее шероховатость, тем сильнее трение воды. При обрастании днища трение может возрасти на 50 или даже 100% по сравнению с нормальным. В случае очень сильного обрастания трение иногда увеличивается даже в три раза по сравнению с трением при гладком днище.

Воздушное сопротивление в основном зависит от размера и формы надводной части судна, т. е. от корпуса катера с надстройками и соответствующего такелажа. В среднем оно составляет 2—3% полного сопротивления. Но это действительно лишь в идеальном техническом смысле, а именно, для безветренных дней, когда сопротивление воздуха возникает лишь от потока, образуемого движением катера, и таким вводится в расчет. При

сильном встречном ветре и даже шторме или очень высокой скорости судна возникает значительно большее воздушное сопротивление. Здесь следует упомянуть также о том, что ветер может в значительной степени помешать причаливанию и отчаливанию, поскольку во время выполнения этих маневров судно почти не имеет хода. Моторные катера в подобных условиях довольно часто получали повреждения. Не имея хода, катер не слушается

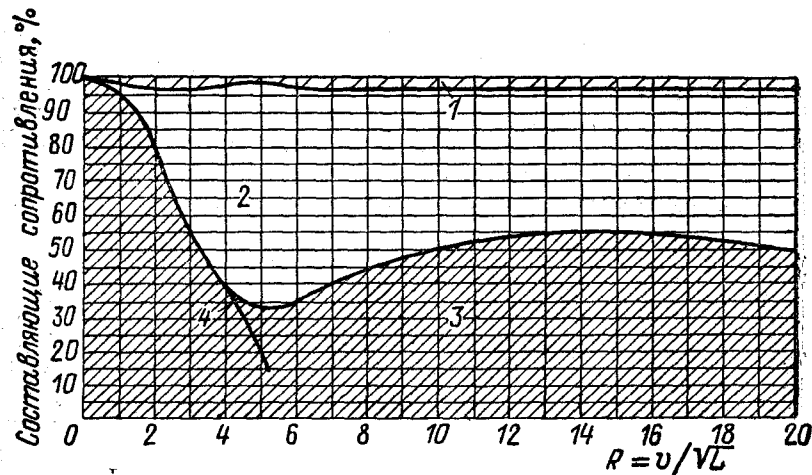


Рис. 18*. Основные составляющие полного сопротивления: у верхней кромки — воздушное сопротивление (1), в середине — сопротивление формы (2) и внизу — сопротивление трения (3). Следует обратить внимание на значительное сопротивление трения при всех скоростях, за исключением области большого пика ($R = 5,25$). Показаны также неблагоприятные условия плавания катеров с закругленной кормой (4) при $R > 4,5$.

руля, оказывается во власти сильного ветра и попадает в трудное положение; его может нанести на стоянку других катеров, на чужие якорные цепи, на берег.

Сравнивая три основные части полного сопротивления (рис. 18) — сопротивление формы, трения и воздуха, можно сделать полезный вывод: поскольку сопротивление воздуха, как и сопротивление трения, подчиняется в основном закону увеличения сопротивления пропорционально квадрату скорости, то для того чтобы в два раза увеличить скорость, необходимо преодолеть в четыре раза возросшее сопротивление. Но сопротивление формы зависит от особых закономерностей волнообразования. От самого малого хода до пика сопротивления при $R = 5,25$ сопротивление формы по отношению к скорости возрастает значительно больше, чем в квадрате. За пиком сопротивление формы увеличивается меньше, чем скорость в квадрате.

Если на тихоходных катерах развить повышенные скорости, то катера окажутся в невыгодном положении, так как сопротив-

ление их увеличится в значительной степени. Катера со средними скоростями (полуглиссирующие) будут иметь преимущество, поскольку у них сопротивление формы становится относительно меньшим с увеличением скорости.

Однако не следует смешивать сопротивление с мощностью. По закону о квадратичном увеличении сопротивления при увеличении скорости в два раза возникает четырехкратное сопротивление (что в основном совершенно правильно). Однако это сопротивление нельзя преодолеть четырехкратно увеличенной мощностью двигателя, так как мощность равна именно сопротивлению, помноженному на скорость. Если сопротивление повышается в квадрате, то для получения мощности его необходимо еще раз помножить на скорость. Иными словами, мощность повышается в третьей степени — в кубе увеличения скорости. Удвоенная скорость возбуждает четырехкратное сопротивление, но при этом требуется $2 \times 2 \times 2 = 8$ -кратная мощность двигателя!

5. Обводы катера и волнообразование

Как сделать обводы катера соответствующими волнообразованию, если для каждой скорости характерна другая длина волны? Не выдвигается ли здесь неразрешимое требование?

Это важное требование выполнимо на практике. Тихоходные суда (рис. 19 и 20) идут обычно более чем на одной длине волны.

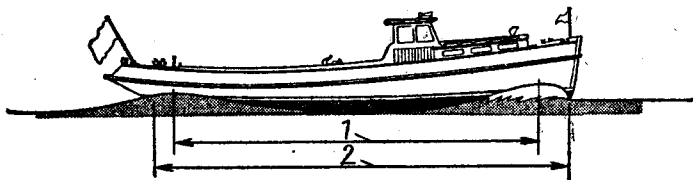


Рис. 19. Типичный гамбургский портовый моторный баркас на волне. При скорости 14 км/ч и $R=4,2$ длина волны лишь немного меньше длины баркаса по ватерлинии. Вторая вершина волны выгодно расположена над гребным винтом.

1 — длина волны; 2 — длина судна по ГВЛ.

При выборе обводов быстроходных катеров должна учитываться высокая скорость, в большинстве случаев — наибольшая; волнообразованию, соответствующему этой скорости, должны отвечать обводы катера. Большие суда, в том числе и моторные яхты, проектируют и строят для одной скорости, рассчитанной на длительное плавание.

При заказах всегда возникает дилемма: быстроходные суда плавают с невысокой скоростью. Форма таких судов действительно

неблагоприятная, но не это главное, а то, что быстроходные суда обладают избытком мощности.

Малые моторные суда прибрежного плавания обычно проектируют для обычной рейсовой скорости. Задача выбора для нее оптимальных обводов решается совместно конструкторскими бюро и судостроительными исследовательскими организациями. Оказалось выгодным располагать гребной винт под вершиной волны. Иногда приспосабливают длину судна к скорости таким образом, чтобы вершина волны сама образовывалась в районе гребного винта, или применяют особые обводы носовой части, как, напри-

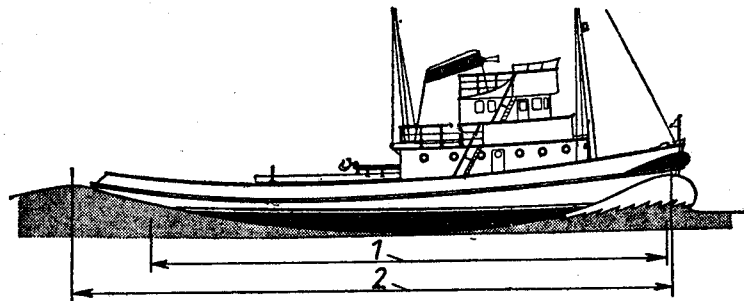


Рис. 20. Современный большой портовый буксир на ходу (без буксируемого объекта). Благодаря большой мощности он идет с высокой относительной скоростью ($R=5$). Носовая волна из-за очень полных образований носовой части устремляется вперед.

1 — длина судна по ГВЛ; 2 — длина волны.

мер, бульбовидный нос или обводы Майера для изменения положения носовой волны. Подобные приемы в крупном судостроении стали правилом, причем бульбовидный нос теперь применяют даже на больших моторных яхтах. Благоприятный эффект от бульбовидного носа и в целом от выбора особых обводов используется для создания судов с определенными рейсовыми скоростями. Приспособление обводов туристских судов и быстроходных катеров к волнообразованию также не только возможно, но и имеет большое значение! Нередко оно облегчается тем, что катера на ходу образуют значительно большую длину волны, чем длина катера по ватерлинии. Все катера, кроме особенно тихоходных или необычайно длинных, идут менее чем на одной длине волны. В каждом случае имеет значение точно установленная скорость, чаще всего она является наибольшей. Однако иногда обводы проектируют не для наибольшей скорости, а для экономичного длительного плавания. У туристских катеров такие обводы встречаются редко, у рабочих катеров тех же размеров — чаще.

Каким образом выбирают обводы катера, соответствующие волнообразованию, показано на рис. 21 и 22. Здесь изображен быстроходный моторный катер, обводы которого точно вписаны в образовавшуюся собственную волну. Рассчитана длина волны,

относящаяся к наивысшей, или важнейшей, скорости катера. В данном случае эта длина почти в два раза превысила длину моторного катера. Графически длина волны и обводы катера согласованы между собой так, что предполагаемая острая корма заканчивается у второй вершины волны. Благодаря этому достигается благоприятное естественное обтекание струй воды.

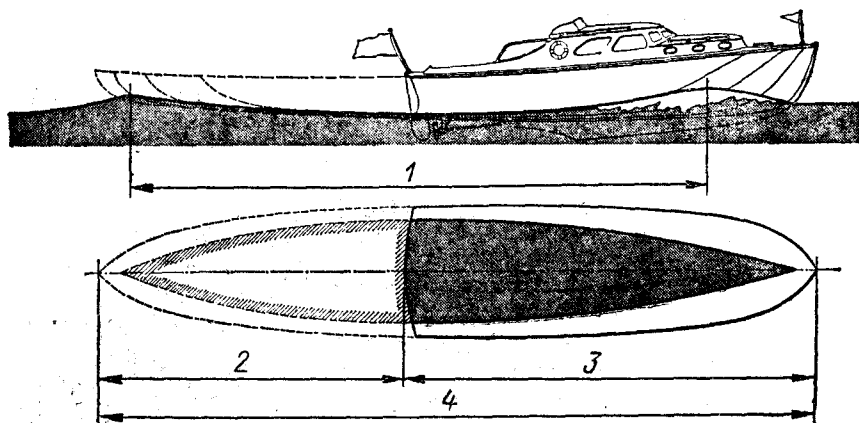


Рис. 21. Обводы катера, приспособленные к волнообразованию на ходу. Рассчитывают длину волны, образованной катером при наибольшей, или важнейшей, скорости, и проектируют обводы катера по профилю волны таким образом, чтобы острая корма оканчивалась на второй вершине волны. Форма катера «отрезается» затем до заданной длины, благодаря чему образуется широкий транец, необходимый для получения повышенной скорости (см. рис. 22).

1 — длина волны; 2 — исключенное трение; 3 — действительная длина катера, транцевая корма; 4 — «теоретическая» длина, острая корма.

Конечно, удлинять таким образом катер нежелательно. Но если у катера «отрезать» заранее установленную часть длины, то сами собой образуются правильные обводы с плоским широким транцем. Внимательно рассмотрев рис. 21, можно прийти к ряду важных выводов:

1. Транец — не уступка моде или удобству размещения оборудования. Он появился вследствие установления соответствия обводов скорости и длине волны.

2. В результате «отрезания» получаются «сами собой» как ширина транца, так и плоская часть днища в кормовой части судна.

3. Более или менее умеренный продольный изгиб киля (или линии шпунта) возникает естественным образом, когда подводная часть судна гармонично вписывается в углубление, образованное системой волн.

4. Если бы для длины волны, соответствующей скорости, корпус катера сделали удлиненным, то корму по ватерлинии

пришлось бы сужать тем больше, чем больше она приближается ко второй вершине волны.

5. Благодаря тому, что кормовая часть катера «отрезана», значительно уменьшены силы трения. Это — «бесплатное приложение» к принципу проектирования, при котором образование обводов согласуется с системой волн¹³.

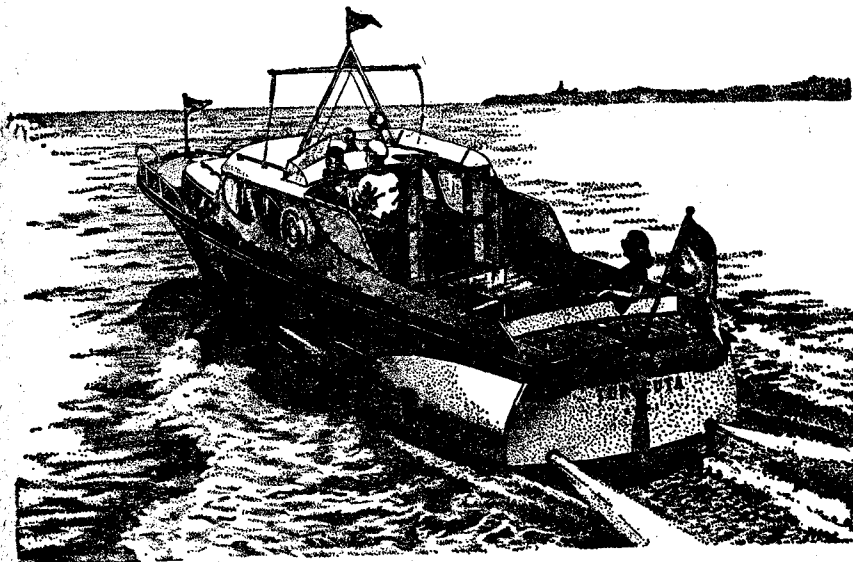


Рис. 22. Туристский катер «Таракута». Соотношение его длины, скорости и волнообразования соответствует показанным на рис. 21.

Относящаяся к каждой скорости длина волны (рис. 23) может быть рассчитана простым способом: длина волны равна $0,64v^2$ (v в м/с). Значения ее приведены ниже.

Скорость, км/ч	Длина волны, м	Скорость, км/ч	Длина волны, м
8	3,16	20	19,75
10	4,95	25	30,90
12	7,10	30	44,50
14	9,66	40	79,00
17	14,25	50	124,00

Только тихоходные катера могут ходить на более чем одной длине волны. Применение таблицы часто приводит к неожиданному результату, а именно: можно определить длину волны у идущего

щего катера или по фотографии и с достаточной точностью сделать вывод о действительной скорости. Как много рекламных фотографий и фантасматических подписей под рисунками нетрудно разоблачить благодаря этому! Например, под фотографией 12-метрового моторного катера написано: сфотографирован при скорости 28 км/ч, а по изображению видно, что образовавшаяся волна на 50% длиннее катера. По таблице в этом случае получается,

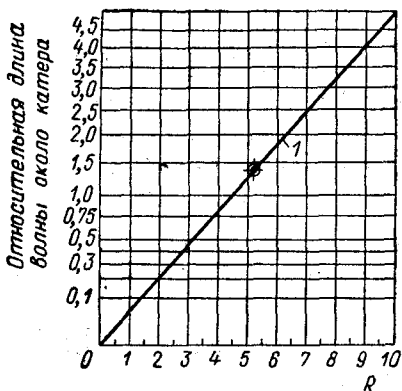


Рис. 23*. По этой диаграмме для каждого коэффициента скорости R можно установить длину волны в долях длины катера по ватерлинии. Например, при $R = 3$ возникает волна, равная 0,44 длины катера; причем, если $R = 6,4$, длина волны вдвое превышает длину судна. Показана точка наибольшего волнового сопротивления при $R = 5,25$.

1 — отношение длины волны к длине катера.

как днище становится все более плоским к корме, что создает необходимую для высокой скорости опорную несущую поверхность. Вид сверху показывает: оконечность кормы достаточно тупая, и поэтому несущая ширина оказывается большой. В известной степени получается «чистый транец», скрытый заостренной обшивкой бортов в корме. Разумеется, на применении плоской формы днища благоприятно сказывается небольшой вес катера — следствие хорошо продуманной легкой конструкции корпуса.

Точное название формы кормы «Бартендера» и других подобных катеров до сих пор не установлено, но как в скандинавских водах, так и в дельте Ла-Платы применяют многочисленные варианты катеров, у которых заостренная корма скомбинирована с плоской частью днища.

что длине волны до 18 м соответствует скорость менее 20 км/ч. Следовательно, данные подричного текста совершенно не соответствуют действительности!

Рис. 21 логически обосновывает применение широкого транца. Между тем при повышенных скоростях можно применять и заостренную корму. Кормовую часть днища быстроходных катеров с заостренной кормой нужно сконструировать такой, чтобы она, подобно транцу, обеспечивала необходимую опору. Приподнятая вельботная корма (типа каноэ) в подобных случаях недопустима. Она будет безнадежно погружаться в подошву волны задолго до получения ожидаемой скорости.

Катер с заостренной кормой и, несмотря на это, хорошо несущей кормовой частью днища изображен на рис. 24, где видно,

То, что совсем недавно на крупных верфях очень мало знали о зависимости длины волны, скорости и формы кормы, показывает следующий пример: две катеростроительные верфи получили два одинаковых заказа на постройку стальных катеров длиной 20 м для службы по охране рыбной ловли и таможенного контроля, причем заказчик представил ни к чему не обязывающий аванпроект катера с заостренной кормой типа каноэ. Были

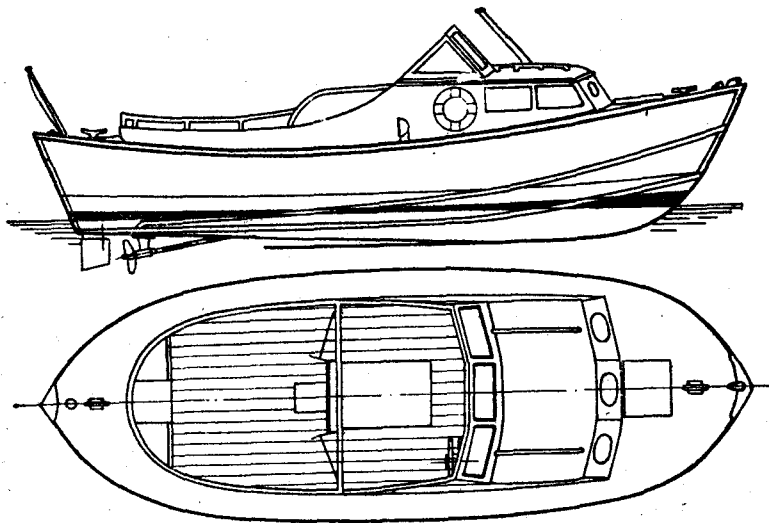


Рис. 24. Малый быстроходный моторный катер «Бартендер» с заостренной кормой, спроектированный Дж. Кокинзом (США). Выполненная здесь заостренная корма имеет ниже ватерлинии достаточно большую площадь плоского днища. Благодаря облегченной конструкции достигается скорость 50 км/ч. Длина наибольшая 6,9 м, длина по ватерлинии 5,7 м, ширина 2,5 м.

заданы: скорость 24 км/ч и главный дизель мощностью 500 л. с. Обе верфи тщательно разработали собственные проекты. Однако при сдаточных ходовых испытаниях лишь один катер достиг заданной скорости. Второй же не развил даже 22 км/ч, хотя оба катера имели одинаковые размеры, были построены из материала одинаковой толщины и оборудованы одинаковыми двигателями.

Недостаточная скорость — следствие неправильно выбранной формы кормы, именно той, которую выбрал заказчик в аванпроекте. Хотя у обоих катеров была заостренная корма, что соответствовало заданию, но лишь один катер — более быстроходный — имел плоское днище у кормы, в надводной части внешне похожей на крейсерскую. Другой же обладал очень красивой, поднимающейся кверху вельботной кормой, которая при наибольшей достигнутой скорости 21,8 км/ч глубоко погружалась в подошву волны, и катер получал сильный дифферент на корму. Все надежды достигнуть гарантированной скорости при помощи небольших

изменений, улучшения гребного винта и прочих мер были заранее обречены на провал. Только в результате применения другой формы кормы можно было получить заданную скорость. Поскольку это потребовало бы изменения валопровода и монтажа двигателя, т. е. оказалось бы более убыточным, чем согласованная договорная неустойка, изменения не были внесены. Позднее в практической эксплуатации катер отлично себя зарекомендовал.

При постройке первого катера с крейсерской кормой были хорошо отработаны два момента: благодаря плоскому днищу обеспечена достаточная опорная поверхность в корме; кроме того, была увеличена длина по ватерлинии, поэтому катер стал лучше располагаться в своей волне¹⁴.

Знания о правильном соотношении формы судна, длины волны и скорости между тем значительно расширились. Это было обусловлено скорее накоплением опытных данных, нежели исследованием физических процессов. Поведение всех форм катеров при всех скоростях могло быть изучено только в случае использования коэффициента скорости R . Долгое время это положение не получало общего признания, что объясняется глубокой специализацией катеростроения. Тот, кто постоянно занимается одним типом катеров, будь то спортивные катера, тяжелые рыболовные боты, большие быстроходные морские или обычные туристские катера, легко удерживается от необходимости составлять и обобщать выводы, методы и т. д.*

Обычно при проектировании катеров вносят изменения до тех пор, пока объем подводной части катера не будет точно соответствовать рассчитанному водоизмещению, причем продольное положение центра величины вытесненной судном воды должно соответствовать продольному положению центра тяжести. При таком методе форма в основном проверяется расчетами статики. Этот метод хотя и общепринят, справедлив лишь до тех пор, пока силы динамического поддержания не изменят дифферента катера на ходу; статическое отыскание обводов правильно лишь до коэффициента скорости $R = 8$. При большей быстроходности соответствие водоизмещения и положения центра тяжести не является решающим. Тогда рекомендуется применять метод, при котором создается предварительный эскиз обводов с учетом ожидаемых гидродинамических сил. Когда форма в целом определена, рассчитывается и наносится ватерлиния. Для действительно быстроходных катеров она необходима лишь с целью правильного нанесения границы окраски надводной и подводной частей борта. Однако иногда приходится изменять обводы или перемещать вес, чтобы катер на малом ходу не получил неблагоприятного дифферента, особенно на нос. Этот способ разработки катера применим

* Отсутствие публикаций связано с необходимостью скрывать свои производственные секреты от конкурирующих фирм. Этим объясняется и столь позднее появление книги автора. — *Прим. ред.*

для переходного режима, т. е. когда коэффициент скорости $R = 8 + 20$.

В случае разработки катеров для больших скоростей и режимов чистого глиссирования форму днища проектируют исключительно гидродинамическими расчетами, меньше уделяя внимания положению ватерлинии в спокойном состоянии и дифференту на малом ходу. Стремление расположить центр величины в состоянии покоя и под центром тяжести может сковать весь проект и конструктора в его работе. Статическое положение не имеет отношения к движению быстроходного глиссера и к его дифференту на ходу¹⁵.

6. Неоправданный дифферент на корму

Если при проектировании обводов катера придерживаться действительных физических условий волнообразования, то никогда не возникнет неблагоприятного изменения дифферента на ходу. Однако существуют быстроходные малые туристские катера, а также открытые спортивные катера, которые опровергают все теоретические обоснования. Вместо того чтобы при начинающемся глиссировании (самое позднее с $R = 10$) принять хороший нормальный дифферент, эти катера дифферентуются самым ужасным образом.

Изображенный на рис. 25 малый туристский катер применяется в разнообразных вариантах на многих водных путях. Имея длину от 6 до 8 м, различное водоизмещение при общей архитектуре и мощности двигателя, эти катера развивают высокую скорость и не нуждаются в особенно мощном двигателе. Большей частью двигатель устанавливается в корме и работает через Z-образную передачу на винт. Поэтому средняя часть катера свободна от двигателя и избавлена от его шума; удается также удобно расположить пост управления и оборудование. Разумеется, высокая скорость потребовала V-образных обводов. Катер уже в носовой части выполнен широким, благодаря чему «выиграно» полезное помещение для коек. К тому же большая ширина не только не вредит глиссированию, но и способствует ему.

При такой общей конструкции катера и коэффициенте скорости $R = 6 + 12$ распределение сил оказывается неблагоприятным, что влечет за собой резкое изменение дифферента. Другие же катера имеют благоприятный, способствующий ходу дифферент. Какие силы вызывают это?

Широкая малокилеватая носовая часть катера обеспечивает более чем достаточный динамический импульс. Уже начиная с $R = 6$ становится заметной тенденция подъема носа. Ничто не противодействует ей, поскольку основной вес расположен в кормовой части катера; люди также обычно находятся в последней

трети длины катера. В то время как носовая часть катера вследствие давления воды на днище динамически поднимается, кормовая часть под действием веса мотора и людей статически опускается. Оба фактора создают момент, изменяющий дифферент. Но мешает не только дифферент. Обратите внимание на мощную впадину воды за кормой на рис. 25, где $R = 9$. Она создает невероятно большое сопротивление движению катера при еще невысокой скорости; сильное волнообразование неприятно воздействует на другие катера и береговые защитные сооружения.

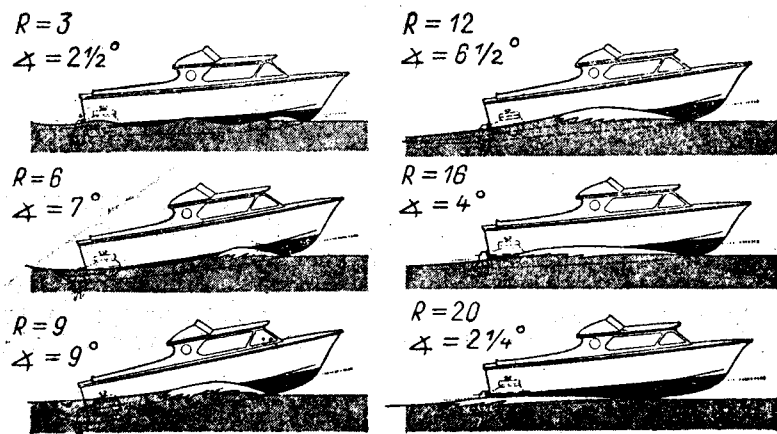


Рис. 25. У малых широких катеров часто наблюдается изменяющийся дифферент на корму, достигающий иногда 15° . Он возникает из-за неблагоприятного совпадения двух сил — динамического подъема легкой носовой части судна и статического понижения сильно нагруженной кормовой части. Дифферент увеличивается и тогда, когда другие катера идут с нормальным дифферентом.

В качестве наибольшего дифферента зарегистрирован подъем носовой части катера на 9° . Подобный дифферент неудобен для экипажа, однако наблюдения показали, что он не является пределом. Ходовой дифферент на корму, равный 9° , — обычный для катеров этого типа. Однако уже замерен дифферент, достигающий 15° !

Наибольшее изменение дифферента возникает при $R = 9 \div 10$. К счастью, такие катера легко могут развить большую скорость, когда при $R = 12$ достигается удовлетворительный дифферент. Действительно хороший дифферент создается при $R = 16$, а начиная с $R = 20$ выявляется преимущество малокилеватых V-образных обводов, которое выражается в полном глиссировании по гладкой водной поверхности. При такой высокой скорости катер глиссирует с очень малым волнообразованием и имеет незначительный дифферент.

Указанные недостатки возникают из-за неблагоприятного совпадения статических и динамических сил. Они встречаются

не только у малых катеров. Существует немало катеров длиной 10 и даже 12 м, которые при аналогичном распределении веса и высокой мощности двигателя ведут себя точно так же. К сожалению, мощности моторов, установленных на катерах подобных размеров, обычно недостаточна для достижения относительной скорости, превышающей $R = 16$. Часто продолжительное плавание происходит при $R = 10 \div 12$. На таком катере во время эксплуатации затрудняется обзор рулевому из-за сильного дифферента; катер потребляет излишнее топливо и вредит окрестностям слиш-

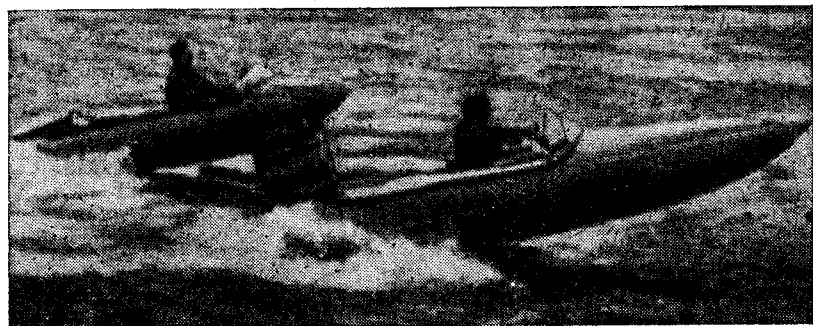


Рис. 26. Быстроходные надувные мотолодки «Метцлер Люфт» для подвесных моторов мощностью до 125 л. с. Скорость их — около 75 км/ч. При размерениях $4,3 \times 1,9$ м они вмещают до пяти человек.

ком сильным волнообразованием. Следует подчеркнуть, что обводы катеров для чистого глиссирования можно выгодно использовать лишь в том случае, если катер действительно будет ходить преимущественно со скоростью глиссирования. Наиболее неблагоприятно поведение катера с обводами для глиссирования при $R = 6 \div 12$.

Правда, для ограничения дифферента можно установить регулируемые транцевые плиты, но чтобы особенно неблагоприятный режим хода при $R = 9$ превратить в удовлетворительный, и этого недостаточно.

Часто утверждали: транцевые плиты служат лишь для того, чтобы исправить неудачные обводы катера. В данном случае это оказывается правильным!

Благодаря регулируемым транцевым плитам можно в известной степени приспособить обводы к меняющемуся режиму хода, волнообразованию и появляющейся динамической силе поддержания, а кроме того, устранить излишний дифферент.

О транцевых плитах и подпорных клиньях далее сказано более подробно. Несомненная выгода от регулируемых транцевых плит заключается в возможности приспособить катер к различ-

ным, в зависимости от обстоятельств, условиями — скорости, дифференту, волнению и нагрузке.

Изложенное о дифференте и приспособлении формы катера к волнообразованию приводит к важному выводу: для быстро-



Рис. 27. Шведский дизельный рекордный катер «Летс Данс» из легкого сплава. При помощи дизелей 2×325 л. с. скорость его равна 98,36 км/ч. Длина 8,1 м, ширина 2,35 м.

ходных катеров продольные очертания обводов важнее, чем форма шпангоутов! Разница между округлыми и V-образными шпангоутами по отношению к скорости не имеет большого значения. Если же у киля в кормовой части слишком сильный продольный изгиб, то он будет все время действовать как пожирающий топливо тормоз. Это же относится к поднимающейся закругленной или острой корме¹⁶.

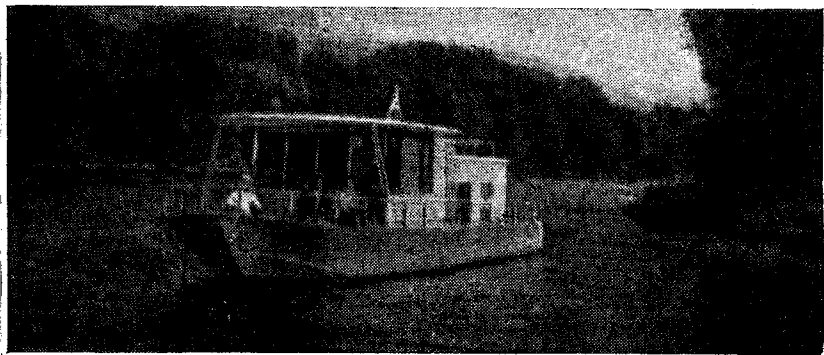


Рис. 28. Самоходная плавучая дача «Ривер Куин» длиной 11,6 м на якорной стоянке. Но едва ли можно предположить, что этот катер шириной 3,65 м, с бензиновым двигателем мощностью 210 л. с. достигает скорости 30 км/ч, а с двумя такими двигателями — даже около 50 км/ч. Он выпускается серийно.

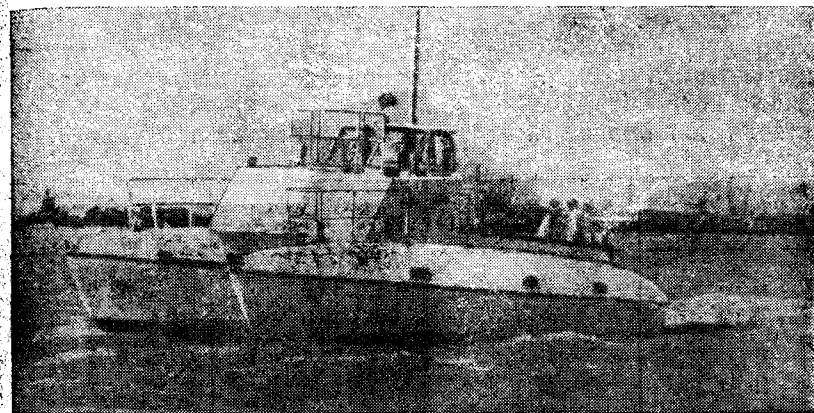


Рис. 29. Катер-катамаран длиной 13,7 м. Построен в Англии для топографической службы в беспокойных и мелких водах дельты р. Нигера. Двухкорпусное судно сочетает большую площадь палубы с высокой остойчивостью и небольшой осадкой.

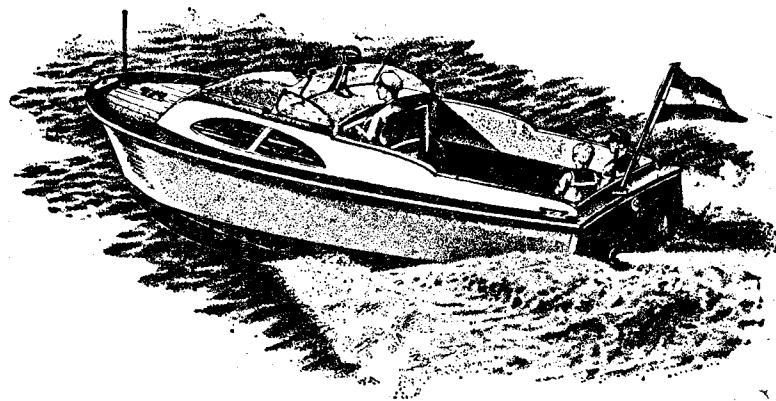


Рис. 30. У небольшого туристского катера «Бойеро» нет излишнего дифферента, так как основные составляющие веса, включая двигатель, расположены достаточно далеко в нос.

Как было указано ранее, при $R = 5,25$ существует естественный пик сопротивления. Эта относительная скорость, к несчастью, оказывается в часто используемых пределах нормальных крейсерских скоростей. Многие современные моторные катера имеют крейсерскую скорость, близкую к критической, при которой сопротивление растёт особенно быстро, что и объясняет неизбежно большое волнообразование. Какие критические скорости соответствуют длине ватерлинии, можно видеть из таблицы:

Длина катера по ватерлинии, м	Критическая скорость, км/ч	Длина катера по ватерлинии, м	Критическая скорость, км/ч
6,0	12,9	16,0	21,0
8,0	14,8	18,0	22,3
10,0	16,7	20,0	23,5
12,0	18,2	24,0	25,7
14,0	19,8	30,0	28,8

Скорости, близкие к указанным, могут быть допущены только при тщательной отработке обводов катера, причем обводы носовой части в этом случае едва ли имеют какое-либо значение.

На рис. 26—30 показаны образцы правильно спроектированных мотолодок и катеров различных типов.

7. Формы кормовой оконечности

Если скорость небольшая ($R < 4$), поведение катера несложно и в основном определяется статическими расчетами. При большей скорости, когда $R > 6$, уже преодолен «пик сопротивления». Длина волны теперь больше длины катера, и для таких скоростей должна применяться «несущая корма». Особенно остро реагирует каждый катер на благоприятные или неблагоприятные обводы в критическом режиме ($R = 4 \div 6$). При оценке обводов первостепенное значение придают корме. Ниже сопоставлены две наиболее часто применяемые формы кормовой оконечности катеров:

1) закругленная и заостренная кормовая оконечность, которая в основном может характеризоваться как «несущая корма»; 2) транцевая кормовая оконечность во всех вариантах, которую обычно считают «несущей кормой».

Выбор формы кормовой оконечности не должен быть аналогичен кулинарному рецепту: предусмотреть узкую носовую часть, чтобы не поднимался нос, спроектировать широкой средней частью судна для получения хорошей остойчивости и затем, в зависимости от коэффициента скорости, пристроить соответствующую

корму. Проектируя обводы катера таким упрощенным способом, не следует рассчитывать на хорошие результаты.

Плавные формы кормовой оконечности. Серия форм кормовой оконечности, показанная на рис. 31, а—д, определяется как закругленная, заостренная, плавная и несущая корма. Наличие небольшого, расположенного выше ватерлинии транца не играет роли (см. рис. 31, а). Однако недостаточно определять закругленную или заостренную корму как несущую, поскольку это зависит от обводов всей кормовой части катера. Даже при широком транце корма может быть несущей, что обычно и предусматривается на рыболовных судах. Старые моторные яхты с развитым в корме дейдвудом и отвесным ахтерштевнем часто снабжались широким транцем. Поскольку вода обтекает днище с весьма закругленной формой кормовой части, то, несмотря на транец, корма ведет себя как несущая. Все несущие формы кормовой оконечности применимы лишь при $R \leq 4,5$. Формы кормовой оконечности (см. рис. 31, а—в) исключительно пригодны до значения $R = 4$ и применимы также до $R = 4,5$, а при большой мощности двигателя могут, в случае необходимости, использоваться до $R = 4,9$. Формы, показанные на рис. 31, г и д, позволяют достигать достаточно высоких скоростей. Если катер очень легкий и все днище спроектировано как полуглиссирующее или даже глиссирующее¹⁷, то для таких форм не существует резких границ скорости.

а. Корма с удлиненным подзором (яхтенная) парусника, оборудованного вспомогательным двигателем. Небольшой транец представляет собой окончание, которое равноценно закругленной корме.

б. Классическая буксирная или баркасная корма. Хотя она отлично себя показала, ее вряд ли применяют. В результате снижения веса и увеличения мощности двигателей требуется, чтобы и служебные суда имели скорость, предельную для данной формы, т. е. более чем $R = 4,5$.

в. Корма типа каноз. Она особенно пригодна для мореходных катеров, если скорость не превышает $R = 4,5$. Крейсерская корма, показанная на рис. 8, имеет несколько удлиненную ватерлинию, а в остальном совершенно аналогична обычной корме типа каноз.

г. Заостренная корма с плоским днищем. Такая форма кормы применяется при необходимости ненамного превысить критическую относительную скорость $R = 4,5$ ¹⁸. Однако плоской кормовой части днища с небольшой несущей поверхностью недостаточно, чтобы рекомендовать такую форму для более быстроходных судов.

д. Крейсерская корма с плоским днищем. Вид сбоку показывает лишь ее отличие по архитектуре от кормы г. Несущая плоская часть днища в корме выполнена более широкой и позволяет благодаря этому достигать повышенных скоростей. Обе кормы

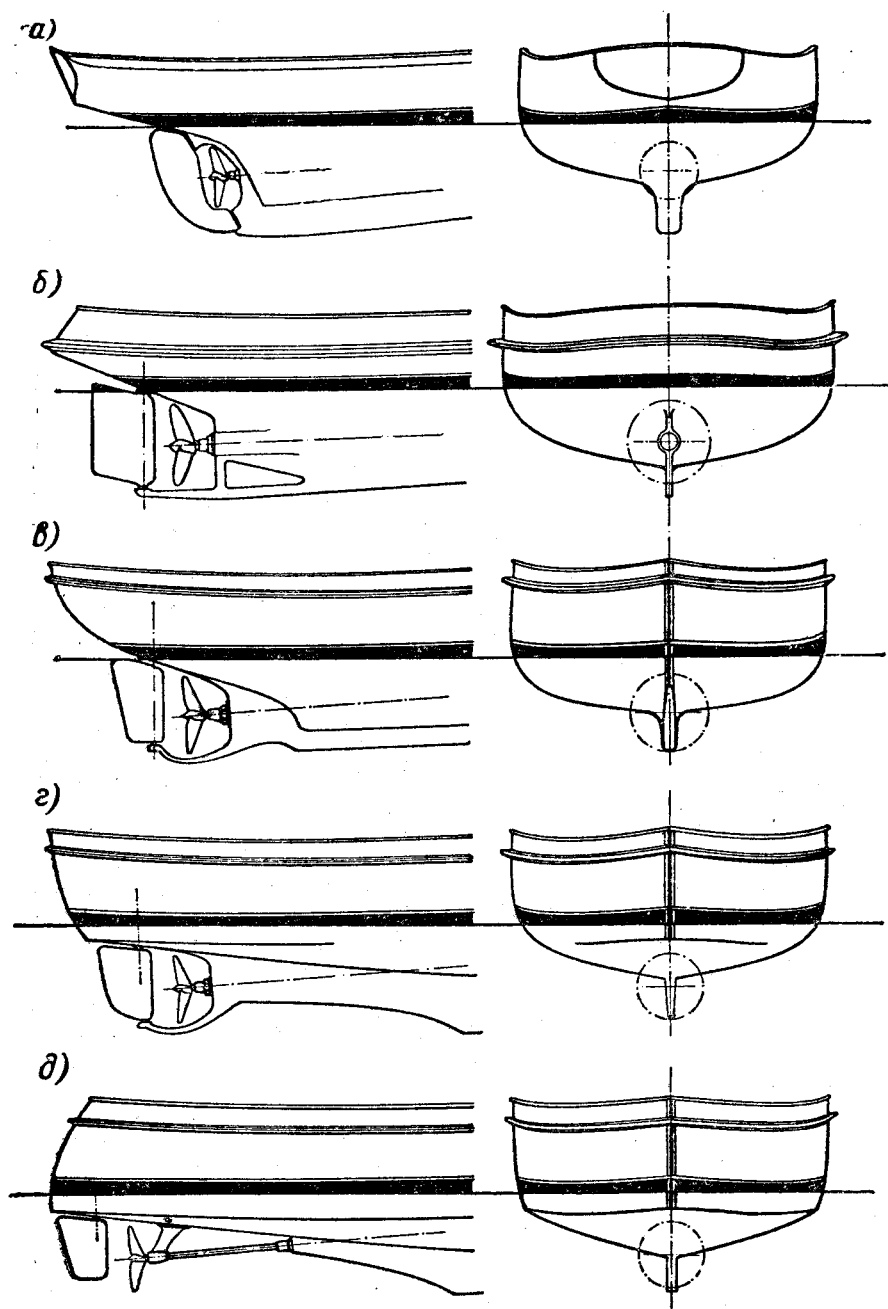


Рис. 31. Округлые формы кормовой оконечности.

(е и д) могут использоваться как при округлых, так и при V-образных обводах.

Формами кормовых оконечностей, показанными на этих рисунках, не исчерпывается все их обилие. Самое быстроходное судно прошлого века «Турбиния» имело закругленную корму с совершенно плоским уступом под водой. Построенное компанией «Торникрофт» и оборудованное паротурбинной установкой Парсонса, оно развивало непревзойденную в то время скорость — 65 км/ч. При длине по ватерлинии 30,5 м судно имело коэффициент скорости $R = 11,75$. Для такого судна характерно плоское днище, а не корма. Однако обводы в целом были круглоскульными, острая кромка скулы образовывалась лишь непосредственно перед кормой.

Транцевая корма. Транец сам по себе не определяет пригодность кормы для переходного режима полуглиссеров. Поэтому обе транцевые кормы (рис. 32, а и б) обманчивы. Хотя ширина их транца значительная, у них нет достаточной несущей площади днища, и поэтому такие типы кормы нельзя использовать при переходном режиме. Для переходного режима пригодны три формы кормы, показанные на рис. 32, в—д:

а. Поскольку транец на ходу не дает опоры, его действие почти не отличается от действия закругленной кормы. Однако эта форма кормовой оконечности не связана строго с пределом $R = 4,5$, и можно лучше, чем при обычной закругленной корме, подойти к пику сопротивления ($R = 5,25$).

б. Это настоящая транцевая корма без подзора, сердцевидный транец которой характерен для старого кустарного катеростроения. Поведение ее на ходу не отличается от кормы а; предельные значения R те же, что и у кормы а.

в. Настоящий несущий транец для современного круглоскулого полуглиссирующего быстроходного катера. Эта форма кормовой оконечности, пригодная и для тихоходных катеров, легко преодолевает пик сопротивления при $R = 5,25$ и применима до границ чистого глиссирования. Особенно она пригодна для судов со средними скоростями ($R \approx 10 \div 15$).

г. Широкий транец в сочетании с вогнутой формой шпангоутов. Типичная форма кормовой оконечности для быстроходных полуглиссирующих катеров; применима до границ чистого глиссирования ($R \approx 20$).

д. Транец с обводами типа «глубокое V». Эти обводы разработаны для высоких скоростей. У судов с такими обводами угол килеватости днища от мидель-шпангоута до транца неизменен.

Кроме приведенных форм кормовых оконечностей существует большое количество промежуточных вариантов, а также специальных форм. При выборе наиболее целесообразной формы кормовой оконечности имеет значение лишь входящая в соприкосновение с водой часть транца. Формы подводной части могут осуществляться

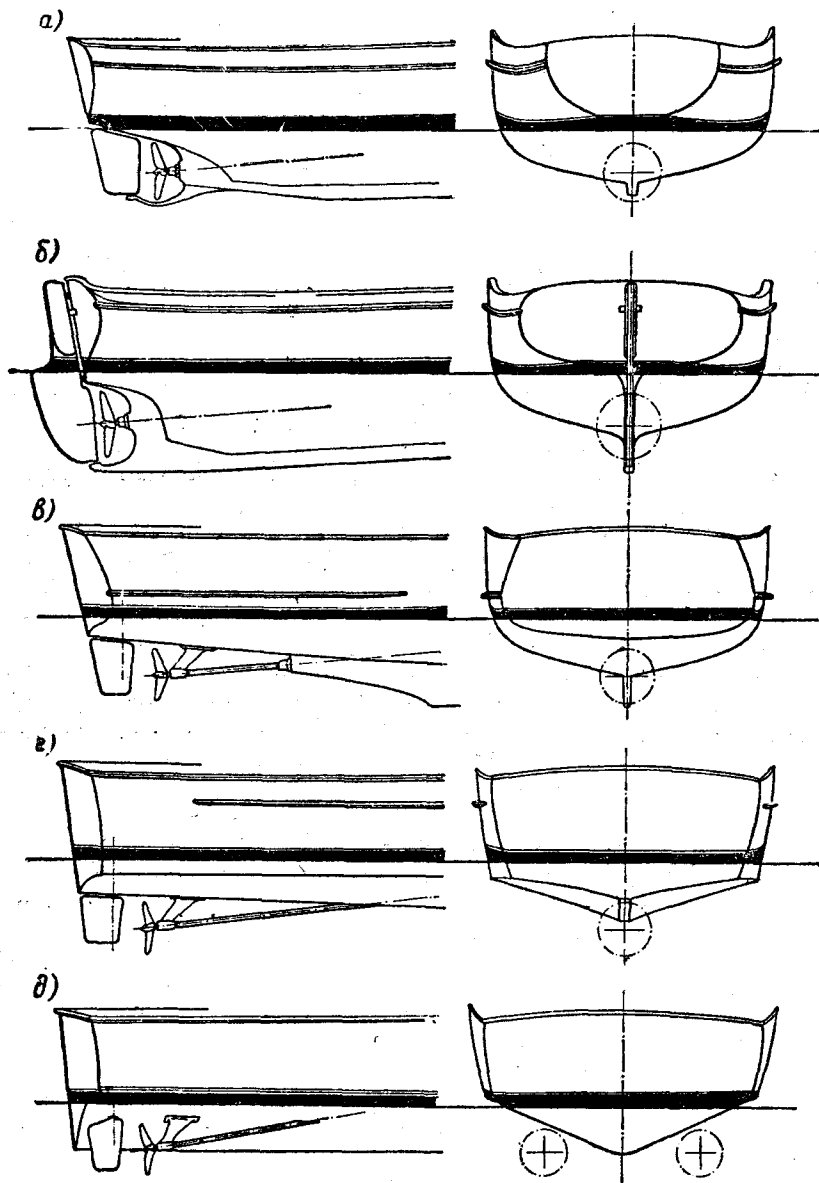


Рис. 32*. Формы транцевой кормы.

в соответствии с эстетическими требованиями, однако следует учитывать и практические соображения, например, полезную площадь палубы или способ постройки.

Нельзя окончательно определить форму кормовой оконечности без учета расположения движителя и органов управления. Положение винта, руля и других элементов, например, двигателя с Z-образной передачей, водомета могут существенно повлиять на форму кормы.

8. Кругло- и остроскулые катера

Нередко пытаются установить определенную границу скорости, разделяющую области применения кругло-скулых и остроскулых обводов. Такое грубое упрощение, однако, не соответствует действительности. С одной стороны, поведение остроскулого катера на малом ходу и при волнении не всегда удовлетворительно, с другой стороны, круглоскулый катер может развить весьма высокую скорость без значительного повышения мощности.

Более того, можно даже утверждать, что выражения «округлые шпангоуты» или «V-образные шпангоуты» ни в коем случае не достаточны для полной характеристики обводов катера. На тихой воде круглоскулый катер с плоским днищем достигает больших скоростей, чем катер с V-образными обводами (типа «глубокое V»). На волнении поведение этих катеров также будет отличаться лишь незначительно. Используемые при морских гонках катеров обводы типа «глубокое V» выполняются частично даже без излома скулы. Поэтому их можно назвать *сильно килеватыми округлыми обводами*.

С 1960 г. и особенно в последнее десятилетие катеростроение бурно развивается. Повышается мощность двигателей при уменьшении веса установки. Применяются облегченные конструкции из легких сплавов или пластмасс. Опыт гонок быстроходных катеров на море вызывает новый подъем в развитии обводов катеров, а возможность изготовления из стеклопластика любой задуманной формы, невыполнимой в дереве или металле, окрыляет фантазию конструкторов, и все более расширяется многообразие существующих разновидностей обводов катеров. Имеются обводы, которые нельзя назвать ни круглоскулыми, ни остроскулыми. Именно эти промежуточные формы обладают лучшими качествами при ходе на волнении, обеспечивают определенные выгоды при внутренней планировке катера и высокую остойчивость, хотя скорость на тихой воде в большинстве случаев несколько снижается¹⁹.

На рис. 33—35 изображены две ярко выраженные и часто применявшиеся формы шпангоутов: плавная круглоскулая форма и V-образная форма, выполненная с особенно острым изломом

скулы. Изображенные круглоскулые шпангоуты могут считаться классическими для умеренной скорости, а V-образные шпангоуты, появившиеся в 1930 г., сохранялись до недавнего времени на быстроходных катерах как классическая форма обводов катера для тихой воды.

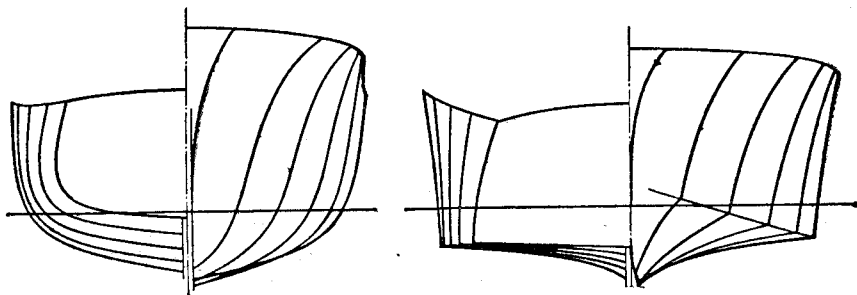


Рис. 33*. Две характерные формы обводов: круглоскулая (слева) и остроскулая (справа).

Различие обеих форм обводов видно здесь особенно наглядно. Малокилеватые V-образные шпангоуты с острыми кромками на скуле всегда считались неблагоприятными для хода на волнении, но очень выгодными для тихой воды. Однажды один наш заказ-

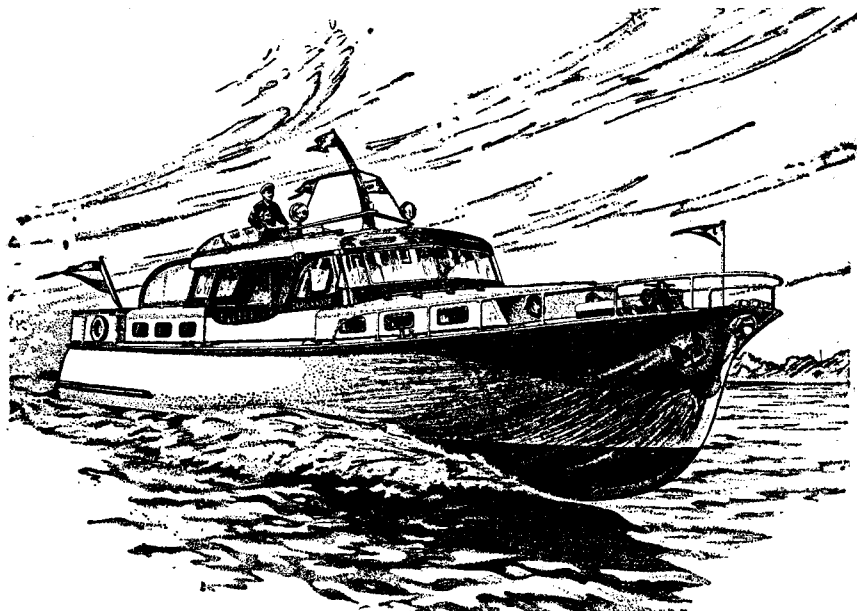


Рис. 34. Современный 14-метровый морской туристский катер «Эксплоратор» с округлыми обводами, обладающий широким диапазоном скорости и высокой прочностью корпуса.

чик, намереваясь приобрести новый быстроходный туристский катер для морских прогулок в районе Монтевидео, сообщил, что ни в коем случае не хотел бы иметь катер с V-образными обводами; имея печальный опыт использования V-образного катера, он решил никогда больше не ходить на таком катере в море. Это резкое высказывание может быть оправдано лишь потому, что опыт заказчика относился к катеру с малокилевой V-образной формой шпангоутов. Среди вариантов остроскулых обводов имеются идеально приспособленные для плавания на волнении.

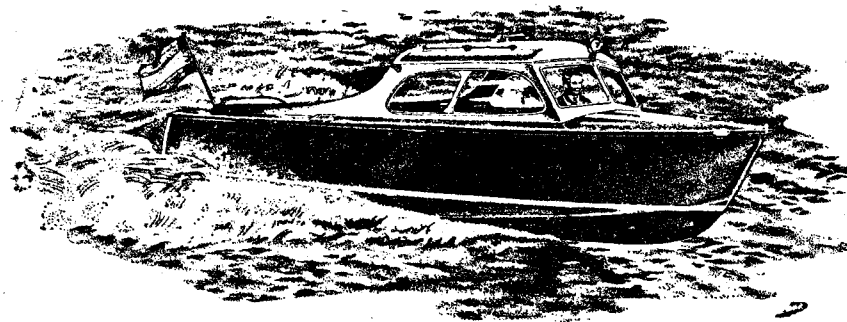


Рис. 35. Спортивный катер «Сильвия» длиной 6 м с V-образными обводами. Поскольку относительная скорость высокая, используется один из вариантов V-образных обводов с плоской формой днища, способствующей глиссированию.

При выборе катеров с округлыми или V-образными обводами следует учитывать их особенности и различия:

Круглоскулый	Остроскулый
Легкий ход (малое сопротивление воды движению катера)	Возможность достижения больших скоростей
Мореходность	Повышенная начальная остойчивость
Повышенная прочность корпуса (отсутствуют изломы обводов)	Увеличенный объем внутренних помещений в носовой части судна
Мягкие колебания движения, без ударов	Несколько уменьшенная осадка
Уменьшенная начальная остойчивость	Возможность изготовления корпусов из листов металла или фанеры
Возможность использования любого конструкционного материала	Необходимость усиления прочности корпуса в местах излома обводов на скуле

Несколько лет назад при проектировании и постройке четырех туристских катеров длиной 12 м и шириной 3 м произвольной формы представилась возможность натурального сравнения обводов.

Два катера были построены с округлыми шпангоутами, а два других — с умеренно килеватыми V-образными шпангоутами. Поскольку была задана умеренная мощность двигателя, оба проекта получили одинаковый продольный изгиб линии шпунта (поясов обшивки, примыкающих к килю) и одинаковую глубину погружения транца. В остальном самым точным образом выдержано различие между округлой и острой скулой, хотя днище остроскулого катера выполнено и не таким плоским, как показанное в качестве классического на рис. 33. Круглоскулый и остроскулый катера были оборудованы одинаковыми дизелями мощностью 65 л. с., а два других катера — бензиновыми двигателями мощностью по 110 л. с. Идеальный случай для натурального сравнения различных обводов одинаковых туристских катеров!

Все четыре катера были испытаны на мерной миле; проведены наблюдения за их поведением на умеренном волнении. Испытания показали, что при одинаковых двигателях скорости круглоскулого и остроскулого катеров одинаковы: с дизелями мощностью 65 л/с — немногим выше 20 км/ч, а с бензиновыми двигателями — 23,9 км/ч. В результате применения умеренно килеватой V-образной формы шпангоутов не обнаружена заметная разница и в поведении катеров на волнении.

Остроскулый катер действительно показал несколько повышенную начальную остойчивость, а также несколько большее брызгообразование, однако и то и другое в столь незначительной степени, что не стоит включать эти свойства в перечень преимуществ и недостатков.

— Практикой подтверждено, что разница между обеими формами шпангоутов при значениях коэффициента скорости $R < 11,5$ ничтожно мала. Преимущества V-образных обводов сказываются лишь при более высоких скоростях, когда подобная форма способствует росту динамических подъемных сил, в результате чего раньше достигается режим глиссирования. При переходном режиме динамически поддерживаемая часть веса у остроскулого катера становится уже больше, чем у круглоскулого. Это преимущество ощутимо при $R = 12$ и проявляется тем больше, чем выше развиваемая скорость.

Если бы классическая V-образная форма шпангоутов была использована на катерах, которые должны развивать высокую скорость на волнении, то указанное преимущество превратилось бы в серьезный недостаток. Эти обводы с большой заостренностью у киля и плоскими участками днища у скул с большой силой ударяются о волны. Даже при умеренном волнении необходимо значительно снижать скорость, чтобы предотвратить повреждение корпуса катера и уменьшить физическую перегрузку экипажа.

Какая польза от быстроходных V-образных обводов, если их нельзя использовать даже при незначительном волнении? Необходимо было или вернуться к округлым обводам, что в любом случае обещало успех, или разработать такие V-образные обводы,

которые гарантировали бы хорошее поведение катера на волнении. На основе подобных соображений в 1958 г. появились разработанные американцем Р. Хантом обводы типа «глубокое V». С этого момента началось бурное развитие V-образных обводов, которое в значительной степени стимулировалось проведением соревнований моторных катеров в открытом море. Назовем прежде всего такие известные океанские гонки, как Майами—Нассау в США и Каус—Торки в Англии. Применяемые правила классификации катеров и мощности двигателей дают конструкторам большую свободу.

В погоне за скоростью часто устанавливали двигатели, значительно более мощные, чем мог выдержать корпус даже при умеренном волнении. Катера, попадая на волну, совершали гигантские прыжки. Очень редко достигала финиша и половина стартовавших, а пришедшие к нему катера получали во время гонок разнообразные поломки. Даже члены команды имели телесные повреждения. Побеждали не потенциально наиболее быстроходные катера, а те, которые могли выдержать убийственный переход. При волнении, обычном во время этих гонок, на любом маломерном мореходном туристском катере переход был бы одним удовольствием. Не сила волнения, а волны умеренной высоты «ответственны» за многие поломки во время гонок. Сочетание высокой скорости и волн, действующих как трамплин, приводит к тому, что катера динамически «выстреливают» в высоту, после чего они стремительно падают, ударяясь о «жесткую» воду. Чем более плоское днище, тем сильнее удар! Поэтому глубокая V-образная форма шпангоутов была с восторгом принята всеми гонщиками. Хотя на тихой воде катера с такими обводами не обеспечивали необходимую быстроходность, но удары на волнении стали терпимыми и повысились шансы выдержать переход.

Чтобы отличать глубокую V-образную форму шпангоутов от формы с нормальной килеватостью (остроскулые обводы), нужно выбрать характерную исходную величину. Если бы днищевые ветви шпангоутов всегда были прямолинейными, то достаточно было бы измерять угол килеватости. Однако встречаются и изогнутые образования шпангоутов, поэтому в качестве характеристики килеватости рекомендуется принимать угол между горизонтом и касательной, которая касается шпангоута в точке, где при ударах возникает наибольшее давление на днище. (Конечно, положение этой точки можно определить лишь приближенно.)²⁰ Некоторые V-образные шпангоуты типа «глубокое V» представлены на рис. 36 и 37, причем показаны и размеры углов килеватости днища. Обычно днище таких катеров от миделя и до кормы выполняется с неизменной килеватостью. При этом можно установить углы килеватости менее 10°, 10—14°, 15—19°, 20—26° соответственно (последовательно) следующие разновидности V-образной формы шпангоутов: плоскодонная, умеренной килеватости, переходная к глубокому V, глубокое V.

Катера, предназначенные для участия в прибрежных и морских гонках, в большинстве случаев имеют угол килеватости от 20 до 26°. А вот при проектировании обычных спортивных катеров от такого глубокого V отказываются из-за многих недостатков, про-

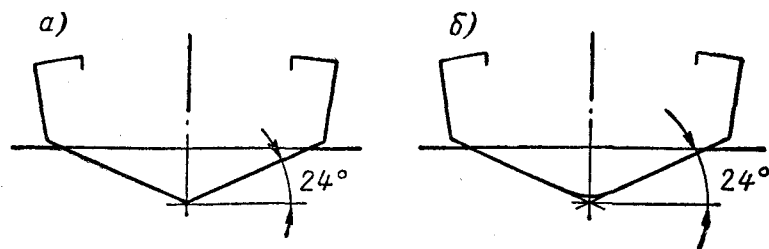


Рис. 36. Варианты шпангоутов типа «глубокое V»: а — корпус с острым килем; б — тот же корпус, но со скругленной килевой частью дна. Разработаны Р. Хантом, имеют угол килеватости 24°.

являющихся в практическом использовании. У малонагруженного катера с глубоко V-образной формой шпангоутов кромка скулы у транца при отсутствии хода находится над водой, из-за чего возникают трудности с обеспечением начальной остойчивости. Остой-

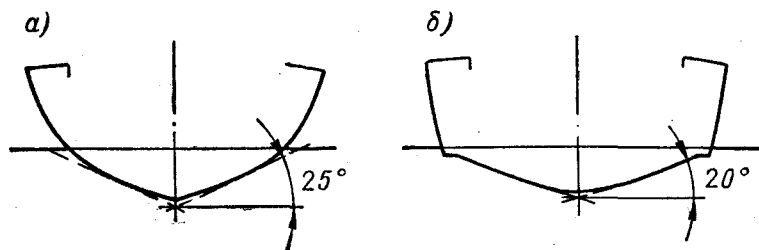


Рис. 37. Варианты шпангоутов типа «глубокое V»: а — дельта-форма, разработанная Р. Леви, у которой едва заметен излом у скулы; б — форма шпангоутов, закругленная у кила и с брызгоотбойным брусом (отгибом) по кромке скулы.

чивость нормализуется, как только катер начинает движение. При средней скорости такие катера образуют больше брызг, чем обычные, обладают большим сопротивлением движению, поэтому для плавания на тихой воде невыгодно применять форму шпангоутов типа «глубокое V». Установка на днище продольных реданов способствует увеличению динамических подъемных сил.

9. Теоретические чертежи катеров

Форму (обводы) катера можно представить в виде теоретического чертежа, который содержит четыре вида сечений:

- 1) горизонтальные продольные сечения — ватерлинии;
- 2) вертикальные продольные сечения — батоксы;
- 3) диагональные продольные сечения — рыбины;
- 4) поперечные сечения — шпангоуты.

Каждое сечение служит для того, чтобы в какой-то степени выразить особенности обводов. На теоретическом чертеже (рис. 38) представлены все четыре вида сечений. Шпангоуты показаны несколько увеличенными, так как они дают самое ясное представление об обводах катера. Ниже приведено несколько примеров тео-

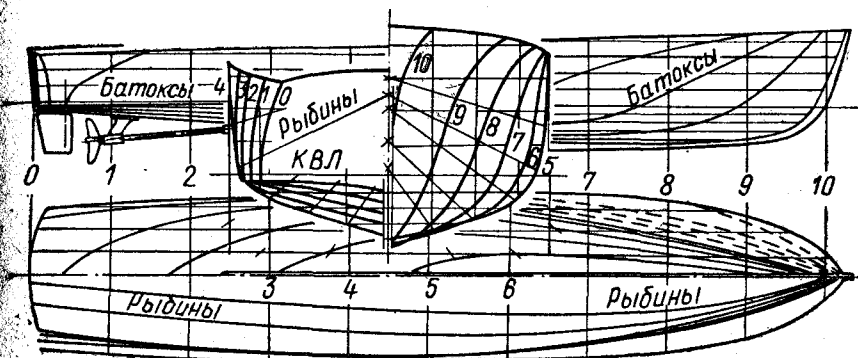


Рис. 38. Теоретический чертеж круглоскулого катера с переходом в корме к остроскулому. Поперечная проекция корпуса изображена в увеличенном масштабе.

ретических шпангоутов, которые позволяют ознакомиться с типичными вариантами обводов катеров (рис. 39—43).

Теоретические чертежи обычно разделены по длине на 10 одинаковых отрезков, которые начинаются с нуля у задней конечной точки ватерлинии и заканчиваются цифрой 10 у передней конечной точки ватерлинии²¹. На всех приведенных чертежах слева показаны обводы кормовой части судна с полушпангоутами от 0 до 4, а справа — обводы носовой части с полушпангоутами соответственно от 5 до 10. Обводы на рис. 38 — округлой формы, переходящей у транца в остроскулую. Такие обводы хороши в том случае, если относительная скорость несколько превышает рекомендуемую обычно для круглоскулых катеров, т. е. $R = 12-16$, и обладают свойством противодействовать сильному изменению дифферента.

Иногда применяют «противоположный вариант», когда носовая часть катера остроскулая, постепенно переходящая к корме в закругленную.

Показывая здесь различные виды теоретических шпангоутов, мы не ставим целью придать слишком большое значение поперечным обводам катера. Выбор поперечной профилировки при проектировании хорошего катера стоит на втором месте. Самым важ-

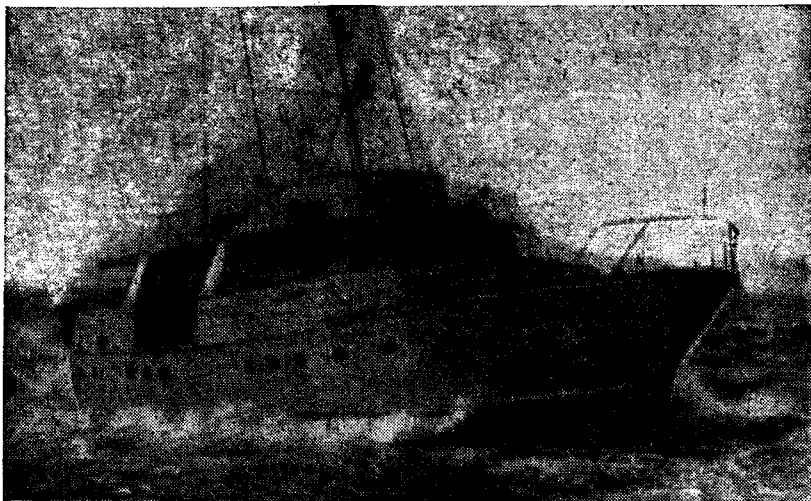


Рис. 39. Мореходная моторная яхта длиной 23 м (ФРГ). Клееная эпоксидной смолой деревянная конструкция с двойной обшивкой из красного дерева. В зависимости от мощности двигателя развивает скорость до 48 км/ч.

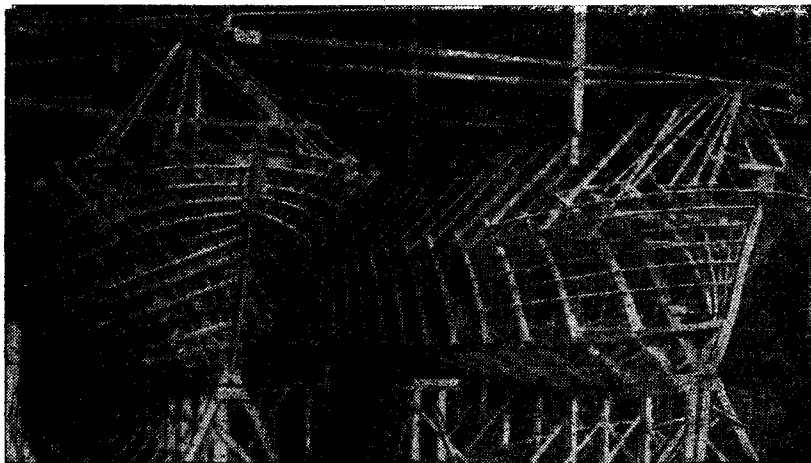


Рис. 40. Округлые (слева) и V-образные (справа) обводы одинаковых 12-метровых моторных катеров. При умеренных скоростях поведение катеров, имеющих такие обводы, почти одинаково.

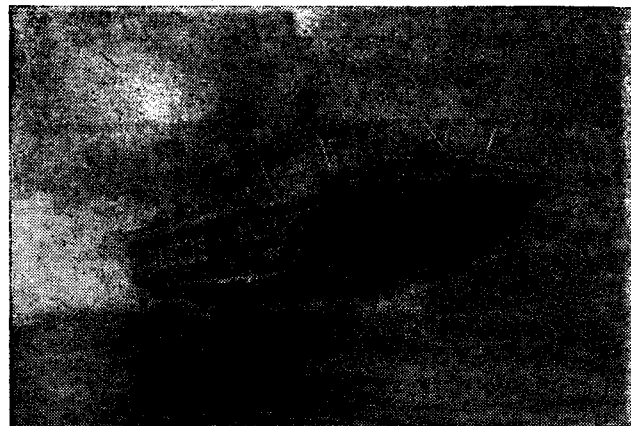


Рис. 41*. Для спасательной службы вблизи порта английские ВМС в последнее время используют катер «Дел-Ки-Дори» длиной 5,2 м с двумя подвесными моторами и со специальным спасательным оборудованием.

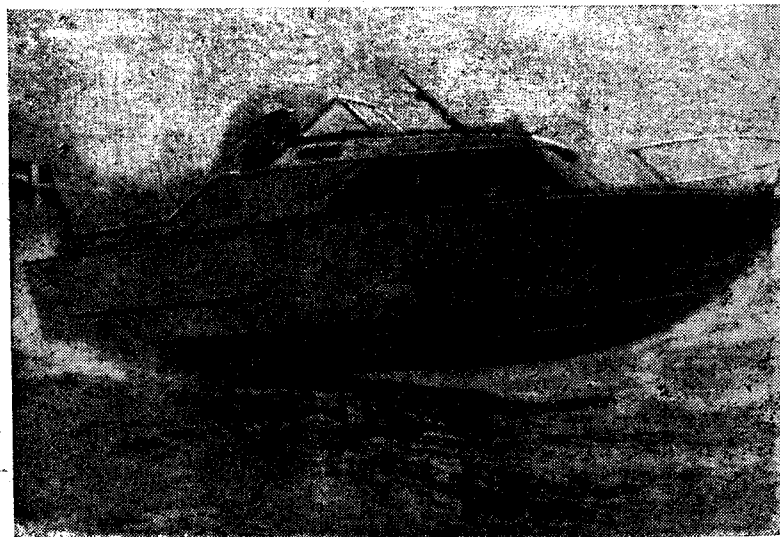


Рис. 42*. Быстроходный спортивно-туристский катер «Коронет Эксплорер II» длиной 6,42 м и шириной 2,34 м. Серийно изготавливается из стеклопластика с обводами типа «глубокое V» по проекту Уолта Уолтерса.

ным является выбор оптимальных размерений и характеристик: длины, ширины, осадки, веса, положения центра тяжести, продольного профиля днища и типа движительной установки.

При постройке крупных судов, прежде чем приступить к проектированию обводов, серьезно технически и экономически изучают специальные вопросы по выбору соответствующих размерений. Грузоподъемность в катеростроении означает возможность

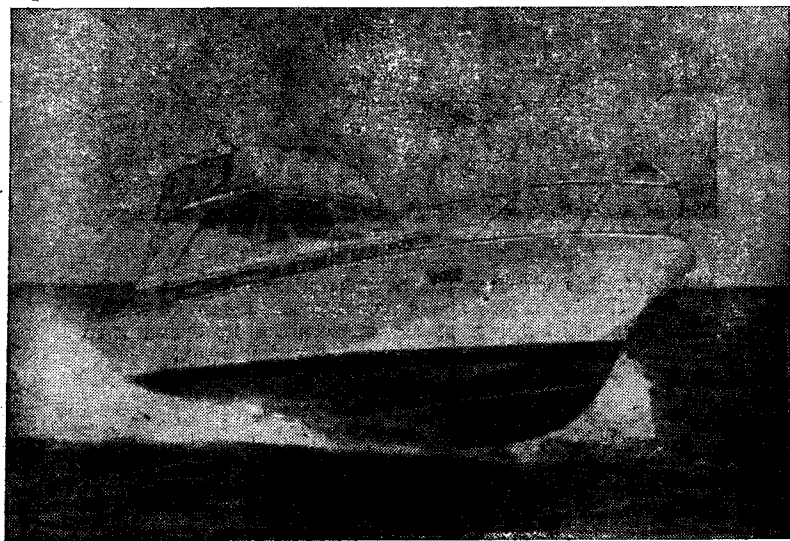


Рис. 43. Быстроходный катер «Крис-Крафт» из стеклопластика типа «Командор». Такие спортивно-туристские катера с высоко расположенным постом управления на мостике распространены на Атлантическом побережье Америки.

обитаемости. Для установления длины, ширины и осадки, а также стоимости постройки катера и экономичности в эксплуатации она рассчитывается с изменяющимися соотношениями размерений. Разумеется, учитываются и другие качества катера, прежде всего сопротивление движению, остойчивость и мореходность. Исследование и выбор наиболее подходящих соотношений размерений и характеристик катера имеет поэтому наибольшее значение и осуществляется до выбора оптимального типа обводов.

Четыре типичные формы округлых обводов с острой кормой (рис. 44, а—г).

а. Исключительно удачные обводы катера с кормой типа каное. Лишь по носовой части видно, что чертеж разработан 50 лет назад! Образования подводной части, однако, являются образцом и для современных конструкций, обеспечивая сочетание легкости на ходу с хорошей остойчивостью.

б. По большому развалу носовых шпангоутов видно, что это современный проект, хотя сходство с обводами катера а несомненно. Кормовая часть судна имеет более острые образования, мидель-шпангоут образован с расчетом обеспечения остойчивости. Эти обводы предназначены для относительной скорости не более $R = 4,5$.

в. Носовые обводы весьма сходны с обводами б, но корма имеет совершенно другую форму, похожую на изображенную на рис. 31, г. Ясно видна кромка острой скулы и плоская часть днища в корме, вследствие чего эти обводы применимы при более высоких скоростях, чем предыдущие обводы (а и б). Благодаря кормовой опорной поверхности можно, несмотря на острую корму, значительно превысить коэффициент скорости $R = 4,5$.

г. Обводы мореходного спасательного катера с несущей острой кормой. Здесь сильный развал шпангоутов в носовой части неприменим. В корме видны туннели, позволяющие полностью защитить гребные винты.

Развитие форм округлых обводов с транцевой кормой (рис. 45, а—г).

а. Теоретический корпус моторной яхты 1910 г. Форму подводной части можно считать очень удачной. Небольшой транец, не касающийся воды, показывает, что при небольшой мощности двигателя достигалась хорошая скорость. Развал шпангоутов в носовой части в то время еще не применялся.

б. Эти обводы 1920 г. являются классическими (надо учесть, что имевшаяся в распоряжении судостроителей мощность двигателей и скорость были ненамного больше, чем в 1910 г.). Уже введен развал шпангоутов к палубе в носовой части. По погруженному в воду транцу видно, что корма меньше приподнята, чем при обводах а.

в. К 1930 г. в общем достигли высоких скоростей; транцы стали выполнять более широкими и плоскими. Большое количество туристских катеров строилось с полубаком, поэтому надводный борт у форштевня стал выше. Погружение транца сохранилось еще незначительным.

г. Эта округлая форма корпуса, появившаяся в 1950 г., используется и в настоящее время для туристских катеров со средней скоростью. Следует отметить большой развал шпангоутов в носовой части, особенно в сравнении с шириной по палубе носовых шпангоутов у яхты 1910 г. В кормовой части днище малокилеватое и, судя по расстоянию между шпангоутами, киль имеет очень плавный и длинный подъем к транцу. Широкий транец и большая остойчивость формы являются отличительными чертами этих обводов.

Современные обводы круглоскулых катеров с транцевой кормой (рис. 46, а—г).

а. Элегантные обводы быстроходного катера с исключительно острой носовой частью. Она напоминает старинную форму двойного клина или четырехгранника, которая начиналась почти вер-

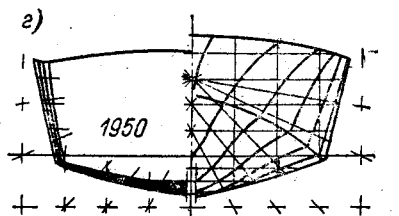
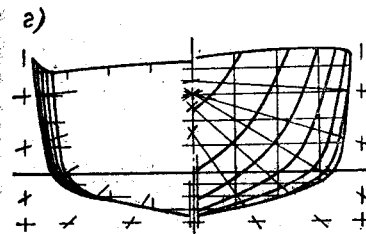
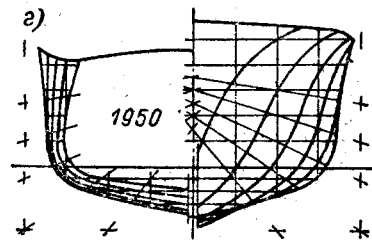
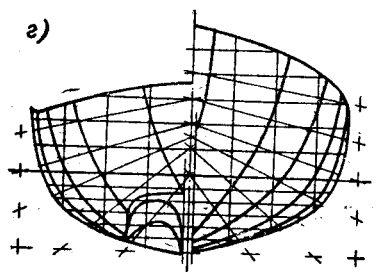
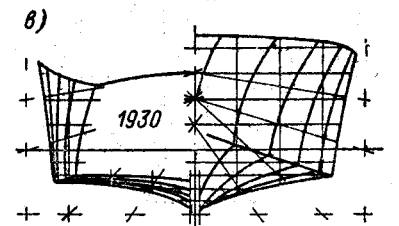
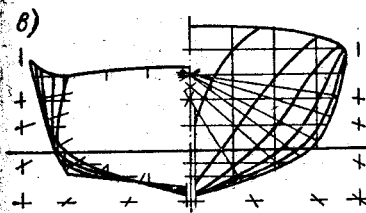
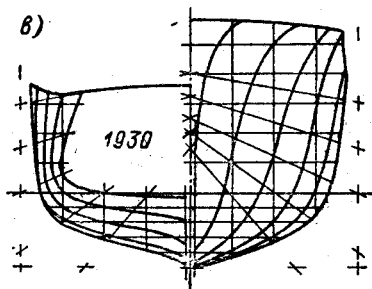
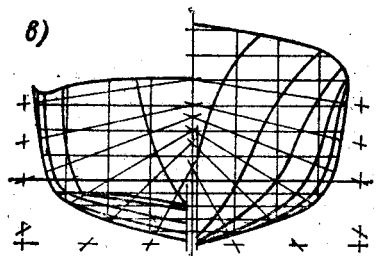
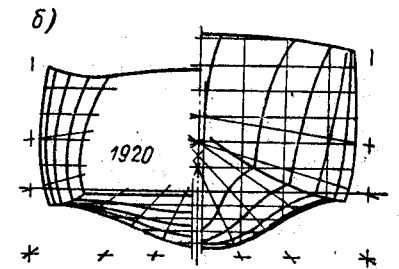
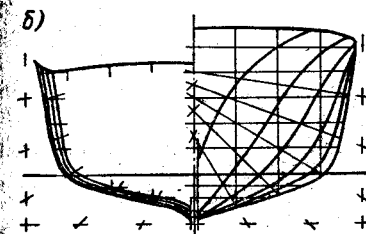
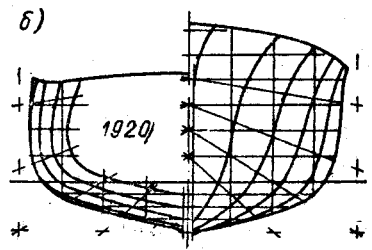
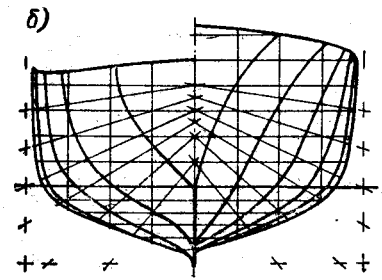
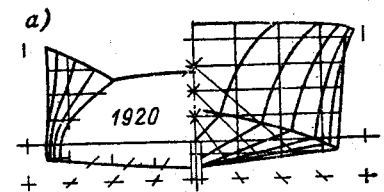
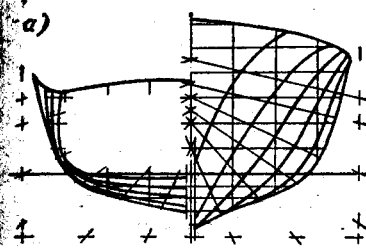
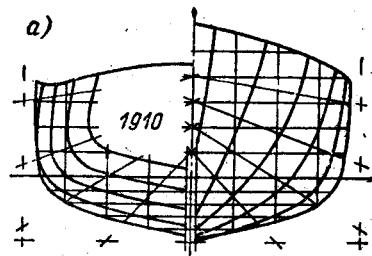
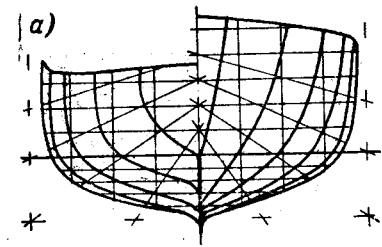


Рис. 44. Четыре типичные формы округлых обводов с острой кормой.

Рис. 45. Развитие форм округлых обводов с транцевой кормой.

Рис. 46. Современные обводы круглоскулых катеров с транцевой кормой.

Рис. 47. Развитие форм V-образных обводов.

тикальными шпангоутами в носовой части и заканчивалась очень широким и плоским транцем. Такие обводы конструкторы охотно применяют и в наши дни, например, на быстроходных катерах для спортивной ловли рыбы в море.

б. Современные обводы быстроходного морского туристского катера. Шпангоуты в носовой части широко развалены, что позволяет судить о наличии наклонного форштевня. Кормовая часть днища от мидель-шпангоута выполнена почти без подъема, в отличие от обводов *a*, и заканчивается глубоко погруженным широким транцем, надводная часть которого расширяется кверху. Эта форма корпуса характеризуется большой остойчивостью.

в. Легкий быстроходный катер с очень острой носовой оконечностью, аналогичной обводам *a*. Днище становится в корме все более плоским и заканчивается широким транцем, у которого образована острая скула.

г. Необычные, но весьма подходящие для быстрого хода на волнении обводы. Отчетливо прослеживается влияние опыта, полученного на гонках катеров в открытом море. Носовые обводы под водой ложкообразные, все шпангоуты — выпуклой формы. Днище от мидель-шпангоута до кормы не имеет подъема и заканчивается широким, глубоко погруженным транцем. И здесь придано большое значение увеличению остойчивости формы.

Развитие форм V-образных обводов (рис. 47, *a—г*).

а. Остроксулые обводы появились приблизительно в 1910 г., а уже в 1920 г. определилось многообразие их форм. Показан малый быстроходный спортивный катер, предназначенный для тихих озер. Днище по всей длине выполнено почти плоским и заканчивается широким транцем. Достаточно легкого волнения, чтобы плавание с таким днищем превратилось в неприятное приключение.

б. Такую своеобразную форму шпангоутов называли «волноуловителем». Должно быть, имелось в виду, что носовая волна подхватывается изогнутой вниз скулой носовой части и благодаря этому поднимает катер. Широкий и совершенно плоский у днища транец почти не проходит, однако, ниже ватерлинии. Частичного глиссирования не ожидалось²².

в. Эта V-образная форма шпангоутов, появившаяся незадолго до 1930 г., может считаться классической, поскольку удержалась в почти неизменном виде до настоящего времени. Можно лишь удивляться предпочтению, которое долго отдается ей. Обводы, пригодные для плавания на тихой воде, на волнении приводят к неприятным резким ударам. Вогнутая форма шпангоутов в настоящее время больше не применяется даже для плавания на тихой воде.

г. V-образные шпангоуты выпуклой формы появились на быстроходных катерах в 1950 г. Такая полная форма шпангоутов на днище пригодна даже на волнении, поскольку при этом почти не

возникают резкие удары. Выпуклое закругление днищевых шпангоутов простирается до кормы и придает катеру отличное ходовое качество. Такие обводы и в настоящее время считаются удовлетворительными.

Современные V-образные обводы (рис. 48, *a—г*). *a*. Изображенные здесь обводы разработаны в опытовом бассейне американского морского ведомства в Вашингтоне. Они подкупают своей простотой и возможностью изготовлять обшивку из листов фанеры. Несмотря на сравнительно узкий транец при модельных испытаниях многочисленных вариантов получены лучшие результаты. Кормовая часть днища имеет угол килеватости $12,5^\circ$.

б. У этих часто используемых обводов выпуклость днищевых шпангоутов усилена. Угол килеватости приближается к 20° , благодаря чему такая форма близка к глубокому V. Кромка скулы выполнена в форме горизонтального уступа по всей длине катера для уменьшения брызгообразования. Такие обводы хорошо подходят для плавания на волнении.

в. Обводы типа настоящего глубокого V, какими они были разработаны Раймондом Хантом. Отмечается большая килеватость (25°), однако она несколько «смягчена» закруглением у киля. Катера с обводами такого типа имеют в состоянии покоя небольшую начальную остойчивость, которая часто ощущается экипажем и пассажирами как недостаток. Правда, он устраняется на ходу, так как при этом кромка скулы, находящаяся в состоянии покоя над водой, начинает замываться. Обводы целесообразны для мореходных катеров.

г. Упомянутая выше форма двойного клина или четырехгранника может выполняться и при обводах типа «глубокого V». Характерен прогрессирующий разворот днищевых шпангоутов, которые

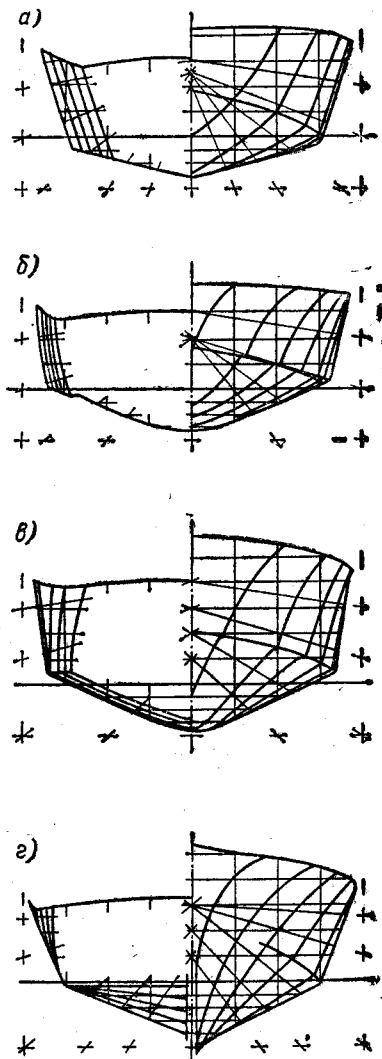


Рис. 48. Современные V-образные обводы.

в носовой части почти вертикальны, а у кормы горизонтальны. Эта форма обладает многими преимуществами и не вызывает жестких ударов на волнении. Она появилась еще в начальный период развития быстроходных катеров; ее можно считать неподвластной времени²³.

10. Динамические перегрузки при ходе на волнении

Еще недавно на основе опыта эксплуатации катеров считалось правилом, что большую скорость можно развить только на тихой или едва взволнованной воде. Даже при умеренном волнении быстроходные катера должны были уменьшать свой ход, так как из-за перегрузок, возникающих при соударениях с волнами, могли подвергнуться поломке внутренние связи корпусов. Часто ломались шпангоуты в носовой части катера, появлялись трещины в днище. С начала организации гонок катеров в открытом море это правило стали нарушать. Постановка вопроса была изменена: какую форму днища следует выбрать, чтобы катера могли развивать большую скорость на волнении, не рискуя из-за резких ударов прочностью связей корпусов?

Раньше полагали, что для достижения больших скоростей глиссирования должно применяться плоское днище. Но именно днище плоской формы сильнее всего страдает от перегрузок и сильных ударов при резком торможении катера. Такое днище чисто структурно не приспособлено к тому, чтобы выдерживать сильные удары.

Используемые на судах формы днища представляют собой две крайности: сильно килеватое днище плохо глиссирует, хорошо скользящее плоское днище не может применяться на волнении. Поиск промежуточных форм уже достиг больших успехов. Насколько силы удара можно уменьшить выбором соответствующей формы днища, видно из рассмотрения рис. 49. В качестве исходных выбраны классические V-образные обводы (см. рис. 47). В 1933 г. в докладе на собрании судостроительного технического общества в Берлине Г. Вагнер сообщил интересные данные относительно этих обводов. Действительная сила удара зависит от веса катера и от скорости падения в момент удара. Для общего сравнения предположили, что после первого соприкосновения с волной возникает сила удара размером 100 (см. рис. 49). Удар начинается с умеренного, поскольку форма шпангоутов у килей выполнена очень острой. Как только погружается более плоская часть днища, сила удара значительно возрастает и достигает 150. Теперь в соприкосновение с водой вступает вогнутая форма днища вблизи скулы. Здесь вода больше не отходит в стороны, а внезапно и неожиданно устремляется вниз. В результате ускорения возникает особенно высокое давление на внешнюю зону днища; сила

удара равна 260. Это значение было бы значительно выше, если бы не наступило существенное замедление скорости падения с начала соприкосновения с водой. Чем резче замедляется падение, тем выше ударное давление, действующее на днище. Глубокая V-образная форма шпангоутов значительно смягчает удары. Ее действие при ударе показано на рис. 50. В случае использования прямолинейной V-образной формы шпангоутов с углом килеватости

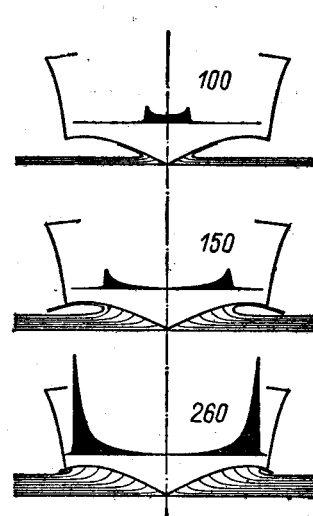


Рис. 49. Силы удара корпуса катера с классической V-образной формой шпангоутов. Зарегистрированные относительные значения их зависят от скорости встречи с волной и формы поперечного сечения днища. Удары наибольшей силы наступают при соприкосновении с водой части днища, отогнутого вниз у скулы.

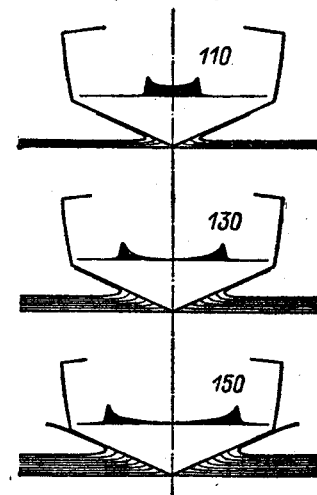


Рис. 50. Здесь видно смягчающее действие формы обводов типа «глубокое V» с углом килеватости, равным 24°. Силы удара значительно уменьшились, так как килеватость к скуле не изменяется.

равным 24°, начальная сила удара по сравнению с таковой при обводах типа «глубокое V» получается несколько большей (110 вместо 100), поскольку классические V-образные обводы выполнены вблизи килей особенно острыми (угол килеватости, составляющий около 30°, резко уменьшается к скуле).

Благодаря прямолинейной килеватости днища вода легко может отходить в стороны, удар смягчается, давление повышается лишь незначительно — сначала от начального, равного 110—130, а затем до 150. Самый сильный удар составляет лишь немногим больше половины удара, которому подвержена классическая V-образная форма шпангоутов (см. рис. 49). Поэтому люди на борту катера с обводами типа «глубокое V» физически меньше страдают от ударов.

Для создания обводов, у которых сила удара оставалась бы неизменной в течение всего времени соприкосновения катера с волной, необходимо привести присоединенную массу воды в соответствие с возникающим ускорением. Разработанные на этой основе, скорее эмпирически, чем теоретически, обводы катера типа «Каталина» и их поведение на волне показаны на рис. 51. Благодаря большому закруглению шпангоутов у киля несколько увеличился начальный удар. Возрастающий к скуле угол килеватости препятствует дальнейшему увеличению силы удара.

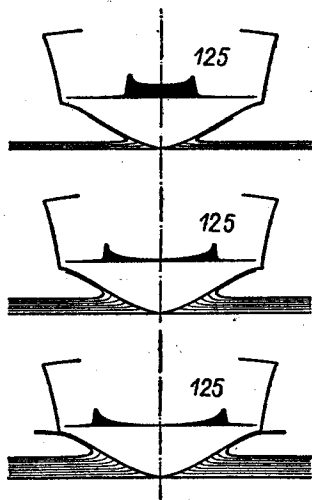


Рис. 51. В идеальном случае благодаря V-образной форме шпангоутов давление на днище во всех трех положениях должно быть одинаковым. Показанная здесь форма шпангоутов катера типа «Каталина» приближает к этой цели.

При многократных морских испытаниях катеров с классической V-образной формой шпангоутов больше всего опасений вызывали жесткие удары, ослабляющие связи корпуса катера. Поэтому первые же морские ходовые испытания катеров типа «Каталина» стали важным событием. Если сравнить силу зарегистрированных ударов на катерах с остроскулистыми обводами трех типов, то окажется: обводы «Каталины» воспринимают менее чем половинную

силу ударов, возникающих при классических V-образных обводах. На ходовых же испытаниях создавалось ощущение, что сила ударов была не половинной, а едва составляла четверть. Наиболее важным для такого поведения катеров типа «Каталина» следует считать продольное профилирование обводов, благодаря которому катер почти не менял дифферента, его нос не «выскакивал» из воды и весь катер поднимался на ходу параллельно поверхности воды. Это уменьшало высоту падения, а следовательно, и силу удара.

При устаревших классических V-образных обводах катер и команда выдерживали силу удара, равную 260. У обводов типа «глубокое V» наибольший удар уменьшился до 150. Обводы «Каталины» являются еще одним шагом вперед: наибольшая сила удара составляет лишь 125.

Название «Каталина» появилось у серии быстроходных катеров из стеклопластика длиной 6,3 м, постройку которых фирма «Баадер» начала несколько лет назад. При разработке обводов была поставлена задача — обеспечить ход с большой скоростью и на среднем волнении. Правильность конструкции, положенной в основу этой идеи, подтвердилась при проведении сравнительных испытательных походов с катерами, имеющими другие обводы. В большинстве случаев на сильном волнении катера типа «Каталина» оказывались в одиночестве, так как катера с обычными обводами были вынуждены отказаться от хода с большой скоростью.

При многократных морских испытаниях катеров с классической V-образной формой шпангоутов больше всего опасений вызывали жесткие удары, ослабляющие связи корпуса катера. Поэтому первые же морские ходовые испытания катеров типа «Каталина» стали важным событием. Если сравнить силу зарегистрированных ударов на катерах с остроскулистыми обводами трех типов, то окажется: обводы «Каталины» воспринимают менее чем половинную

силу ударов, возникающих при классических V-образных обводах. На ходовых же испытаниях создавалось ощущение, что сила ударов была не половинной, а едва составляла четверть. Наиболее важным для такого поведения катеров типа «Каталина» следует считать продольное профилирование обводов, благодаря которому катер почти не менял дифферента, его нос не «выскакивал» из воды и весь катер поднимался на ходу параллельно поверхности воды. Это уменьшало высоту падения, а следовательно, и силу удара.

При обводах типа «глубокое V» большое значение придается тому, чтобы днище от миделя до кормы не имело каких-либо изгибов. Это условие совершенно справедливо для такого движения, когда после подбрасывания катера волной корма первой касается воды. Подобная форма с пониженной несущей способностью кормы обладает, однако, свойством на полном ходу значительно увеличивать дифферент на корму, из-за чего возрастает высота падения носовой части катера. В противоположность этому днище у катеров типа «Каталина» более плоское у транца. Продольное профилирование выполнено с умеренным, но постоянным изгибом, чтобы ускорение струи и в продольном направлении выдерживалось примерно постоянным. Транец имел не плоскую, неглубокоосидающую форму. Преимущество найденных обводов на волнении несомненно, однако наибольшая скорость катеров с такими обводами на тихой воде несколько ниже, чем у катеров с малокилеватыми шпангоутами.

11. Диаграмма экономичного хода

Немногие водители моторных катеров имеют ясное представление о связи между мощностью двигателя, частотой вращения и расходом топлива. Моторостроительные заводы обычно публикуют в проспектах технически правильную диаграмму зависимости мощности двигателя и удельного расхода топлива от частоты вращения. Однако такая диаграмма не может ответить на многие вопросы, интересующие водителей моторных катеров. Какова частичная нагрузка двигателя катера при различной частоте вращения? Каковы при этом резервы мощности? Насколько высокой может быть скорость длительного плавания по сравнению с наибольшей скоростью? Что такое экономическая скорость?

Для полного представления об этом следует ознакомиться с кривыми, изображенными на стандартной диаграмме хода катера (рис. 52) и показывающими два важных правила, которые должен знать водитель катера:

1. Частота вращения двигателя и скорость катера прямо пропорциональны.

2. Мощность, потребляемая гребным винтом, изменяется в зависимости от частоты вращения двигателя в третьей степени.

На нижней шкале диаграммы показана частота вращения двигателя в процентах от наибольшей достигаемой на катере с данным винтом, т. е. при полностью нагруженном двигателе; на данной шкале — мощность двигателя также в процентах от наибольшей мощности. Следует обратить внимание на кривую 1, показывающую используемую на катере мощность двигателя, и сравнить ее с кривой 2, соответствующей наибольшей мощности

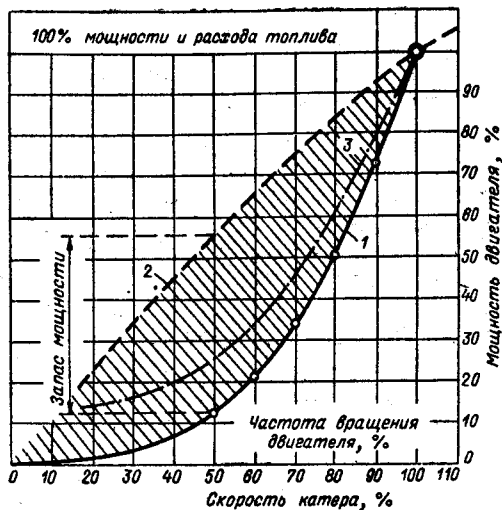


Рис. 52*. Диаграмма хода катера.

1 — мощность двигателя, отдаваемая гребному винту; 2 — наибольшая замеренная на заводе тормозная мощность; 3 — расход топлива при эксплуатации катера. Расстояние по вертикали между кривыми 1 и 2 — запас мощности двигателя при уменьшенной частоте вращения. Частота вращения двигателя: 90% — максимальный длительный ход; 80% — рекомендуемый длительный ход; 50% — экономичный ход.

двигателя, замеренной на испытательном стенде завода-изготовителя. Кривая 1 характеризует мощность, потребляемую винтом.

Кривая наибольшей мощности получается на испытательном стенде, где двигатель нагружается гидравлическим тормозом, отрегулированным так, что при любой частоте вращения с полностью открытой подачей топлива двигатель (карбюраторный или дизель) отдает свою предельную мощность (рис. 53). Гребной винт катера выполняет другие задачи и отбирает возможно большую мощность двигателя только при определенной наибольшей частоте вращения. Это происходит само собой, если на ходу катера полностью открыта подача топлива. Стопроцентная нагрузка одного и того же двигателя, установленного на различных катерах, может иметь совершенно разные значения. Она зависит лишь от выбранного гребного винта. Точка, соответствующая полной нагрузке двигателя, расположена там, где кривая 1 мощности, потребляемой гребным винтом, пересекается с кривой наибольшей мощности двигателя 2 (см. рис. 52).

Если бы возникло намерение использовать наибольшую возможную мощность двигателя при определенной частоте вращения, то пришлось бы для каждой низшей ступени вращения устанавливать другой, увеличенный гребной винт. Кривая 2 наибольшей мощности двигателя имеет примерно прямолинейный характер.

Лишь в верхней части она несколько падает. Кривая 1 мощности, потребляемой гребным винтом, подчиняется правилу изменения в зависимости от частоты вращения в третьей степени. Поэтому при частоте вращения 50% мощность, потребляемая гребным винтом (и действительная мощность двигателя), равна лишь 1/8 наибольшей мощности, хотя мощность двигателя в таком случае составляет несколько больше половины наибольшей мощности. В практической эксплуатации катера необходимо регулировать мощность двигателя для перехода к меньшей частоте вращения.

Кривая 1 действительной мощности двигателя на катере показывает, какая выгода получается при плавании не с наибольшей частотой вращения. Если частоту вращения уменьшить лишь на 10% относительно наибольшей возможной на катере, то гребной винт будет потреблять лишь 72% прежней мощности. Если частоту вращения снизить еще на 10%, что составит 80% наибольшего ее значения, то гребной винт «отберет» лишь 51% наибольшей мощности двигателя. При частоте вращения 50% двигатель отдает на гребной винт лишь 1/8 (12,5%) своей наибольшей мощности. Так образуется большой запас мощности, который можно измерить по вертикали между кривыми 1 и 2.

Действительная скорость катера уменьшается, однако, в прямой зависимости от частоты вращения двигателя. Это означает, что при «половинной» частоте вращения будет достигнута также и «половинная» скорость, а мощность двигателя уменьшится до 1/8 наибольшей мощности и будет иметь еще запас, равный 77% располагаемой мощности.

К сожалению, топливо расходуется не столь выгодно. Кривая 3 расхода топлива изменяется не так заметно, как кривая мощности двигателя 1.

Исходя из вышеизложенного предлагаем следующие рекомендации относительно скорости, отлично зарекомендовавшей себя на практике. Наибольшая скорость на длительном режиме работы не должна превышать 90% достигаемой на катере частоты враще-

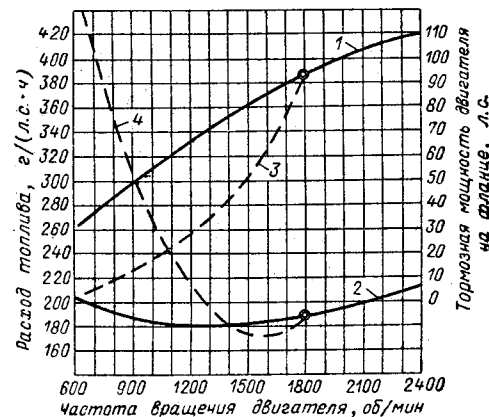


Рис. 53*. Диаграмма тормозных испытаний катерного дизеля.

1 — мощность двигателя при полной нагрузке (л. с.); 2 — соответствующий удельный расход топлива; 3 — одна из возможных кривых загрузки гребным винтом, выбранная для исходной точки (92 л. с.) при 1800 об/мин; 4 — удельный расход топлива для кривой 3.

ния. При длительных переходах рекомендуемая (крейсерская) скорость должна соответствовать примерно 80% наибольшей частоты вращения, а экономическая скорость — такой частоте вращения, при которой требуется наименьший расход топлива на морскую милю, в большинстве случаев экономическая скорость достигается при наибольшей частоте вращения 50% или несколько меньше.

В качестве наибольшей частоты вращения следует принимать не номинальное ее значение, указанное заводом — изготовителем двигателя, а только действительное, полученное на катере. Поведение катерного двигателя в эксплуатации определяется исключительно работой гребного винта, а не кривой наибольшей мощности²⁴.

Приведенная ниже таблица показывает действительное соотношение показателей на катере.

Показатели	Значения показателей (%) для скорости		
	наибольшей	рекомендуемой	экономической
Частота вращения	90	80	50
Запас мощности	22	39	62
Расход топлива	78	62	25
Увеличение дальности плавания	14	30	100

Таблица содержит средние значения, которые у разных катеров могут отличаться значительно. Процентные данные относятся к наибольшей скорости при наибольшей частоте вращения, достигнутой на катере. Особое внимание обращено на длительность плавания. Например, при частоте вращения двигателя 80% средняя скорость также будет составлять 80% наибольшей скорости. Несмотря на это, запаса топлива хватит для увеличения дальности на 30%. При экономической скорости дальность плавания возрастает вдвое по сравнению с наибольшей скоростью. Лишь в том случае, когда экономическая скорость совпадает с точкой наибольшего волнообразования ($R = 5,25$), такое соотношение оказывается менее выгодным.

12. Можно ли рассчитать скорость строящегося катера?

Даже специалисты не дают на этот вопрос определенного ответа. Заметим: точную скорость при определенной мощности двигателя рассчитать невозможно! Более или менее точные математические методы применяют для того, чтобы на основании опыта и подобия выполнить сравнительный расчет. Только

после такого сравнительного расчета начинают модельные испытания. Их тщательно проводят в опытовом бассейне.

Существует, однако, большое различие между чисто производной оценкой и углубленным математическим сравнительным исследованием сопротивления движению. Располагая хорошими данными, в первую очередь многочисленными замерами, проведенными на ходовых испытаниях различных катеров, можно достаточно точно предсказать скорость катера. В сравнительном расчете учитываются такие факторы, как эффективность формы, влияние трения, пропульсивный коэффициент, водоизмещение, стройность обводов.

Каждая верфь, каждый конструктор должны иметь в своем распоряжении результаты ходовых испытаний. Основными условиями являются при этом достоверность замеров, полученных на ходовых испытаниях, и большая тщательность в оценке результатов. Таким образом, необходимо добиться того, чтобы отклонение предсказанной скорости составило не более 2—3% скорости, которая позже будет определена на ходовых испытаниях. Если базы, основанной на опыте, не имеется, то можно воспользоваться замерами сопротивления на моделях (они публиковались в достаточном количестве).

Конструкторы очень редко могут получить данные ходовых испытаний своих проектов, так как заводские ходовые испытания часто проводят с единственной целью — удовлетворить нового владельца и сдать новый катер. Водоизмещение и дифферент не проверяют, частоту вращения двигателя замеряют неточно, размеры гребного винта не записывают; нагрузка двигателя остается сомнительной. Поверхностно проведенное ходовое испытание не позволяет подвести действительных итогов²⁵.

Благодаря счастливой возможности в течение многих лет строить катера по проектам своей верфи и подвергать их гораздо более обширным ходовым испытаниям, чем это необходимо для удовлетворения потребностей заказчика, удалось получить полноценные данные. Желание проводить технические замеры и расширять опыты было так серьезно, что верфь иногда брала невыгодные заказы.

На рис. 54 представлена простая номограмма, по которой с достаточным приближением можно определить вероятную скорость катера для многих случаев.

Эта номограмма, подобно упрощенным методам вычисления скорости, не содержит поправок на действительный коэффициент полезного действия гребного винта. Даже обычные в судостроении формулы не позволяют различать, при каком коэффициенте полезного действия гребного винта (45 или 70%) располагаемая мощность двигателя превращается в движение катера.

Различия возникают также из-за выбранной формы катера; наконец, влияние волнообразования и размеров катера слишком сложно, чтобы его можно было отразить в простой номограмме²⁶.

Заимствованная у Марана и Шоу номограмма была опубликована в журнале «Радер» («Руль») в английской системе мер и переведена в настоящей книге в метрическую систему. Для составления номограммы авторы располагали результатами ходовых испытаний 207 различных катеров. Поэтому неудивительно, что, несмотря

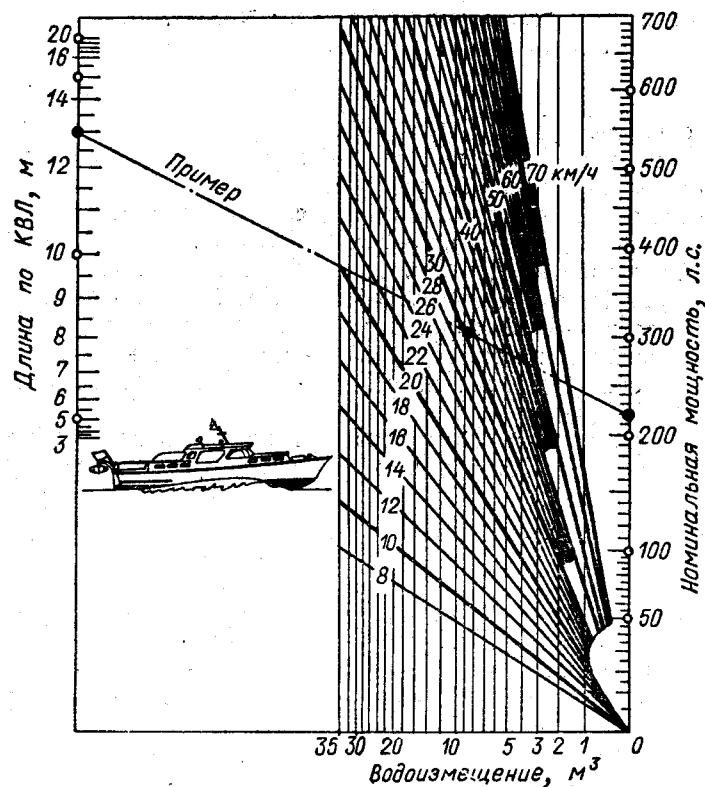


Рис. 54. Номограмма для расчета скорости по Марану и Шоу в зависимости от длины катера, водоизмещения и мощности двигателя.

Пример: длина по КВЛ 13 м, номинальная мощность 220 л. с.; водоизмещение 8,5 м³; скорость 31 км/ч.

на неизбежное упрощение в подобных случаях, было установлено полное соответствие данных номограммы с действительностью. Разница между снятыми с номограммы и замеренными значениями часто едва превышала 2%. Это касается, правда, в основном легких и средних спортивных катеров.

Для пользования номограммой необходимо знать три основные величины: мощность двигателя, длину катера по ватерлинии и общий вес (водоизмещение) во время хода. Номограмма используется следующим образом: на правой шкале находят мощность

двигателя и соединяют соответствующую ей точку со значением длины катера по ватерлинии на левой шкале. Затем на нижней шкале находят вертикальную линию, соответствующую водоизмещению, и получают точку пересечения этой линии с вышеупомянутой соединительной линией. По веерообразным линиям можно прямо снять ожидаемое значение скорости. Скорость 14-метрового катера, у которого длина по ватерлинии 13 м, водоизмещение 8,5 м³ и мощность двигателя 220 л. с., равна 31 км/ч. Получен-



Рис. 55. 17-метровая яхта верфи «Фертена» с двумя дизелями GM по 283 л. с. Скорость 40 км/ч.

ную скорость следует считать наибольшей для указанных значений мощности двигателя и водоизмещения при плавании на тихой воде в безветренную погоду. Далее, наибольшая скорость не должна рассматриваться как скорость на длительном режиме работы.

Чтобы добиться определенной скорости, необходимо учитывать ряд положений:

- 1) скорость действительно важна лишь на гонках и для служебных судов;
- 2) скорость стоит дорого как при постройке судна (мощность двигателя), так и во время эксплуатации (топливо и техническое обслуживание);
- 3) для продолжительного движения с требуемой скоростью нужно располагать соответствующим запасом мощности;
- 4) высокая скорость обладает сильной психологической привлекательностью, которую следует ценить.

На рис. 55 и 56 показаны образцы двух относительно быстрых и экономичных моторных яхт.

В рекламной литературе часто приводятся оптимистические или нереальные цифры. Из-за этого солидные верфи ставятся в невыгодное положение (дилетантам часто кажется, будто их суда

Рассчитывая скорость по кривой для нормальных катеров, получим:

Удельная мощность, л. с./м ³	Скорость $v = R \sqrt{L}$, км/ч	Скорость по Марану в Шоу при номинальной мощности 120, 240 и 360 л. с., км/ч
$\frac{100}{4,3} = 23,3$	$8,7 \cdot 3 = 26,1$	27,0
$\frac{200}{4,5} = 44,4$	$12,2 \cdot 3 = 36,6$	38,0
$\frac{300}{4,8} = 62,5$	$14,7 \cdot 3 = 44,1$	46,0

Полученные значения скорости показывают, что оба метода расчета приводят примерно к одинаковым результатам.

Моторные катера и яхты разных размерений часто проектируют и строят с преувеличенно высокими требованиями к скорости.

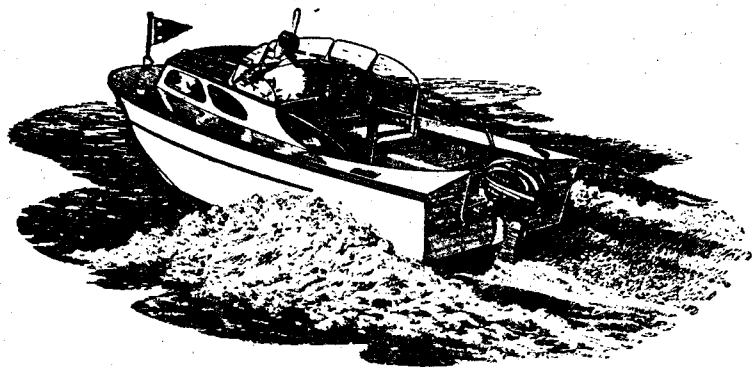


Рис. 58. Малый быстроходный туристский катер с подвесным мотором. Повышенный расход горючего подвесными моторами компенсируется малым весом установки.

рости. Технические возможности действительно соблазнительны. Постройка корпусов из легких металлов, слоистых пластиков или клееной древесины позволяет сделать корпус катера очень легким и прочным. Технически возможно установить двигатели большой мощности с малым весом и придать катеру обводы, благоприятные для высокой скорости. Однако слишком мощный двигатель уве-

личит волнообразование, которое будет мешать другим катерам, а у пассажиров, находящихся на борту, шум и вибрация испортят впечатление от прогулки.

Мы не против высокой скорости, но катер (рис. 58) должен быть пропорциональным, ни в коем случае не перегруженным, иметь помещения для пассажиров и всего оборудования, а также эффективную изоляцию от шума двигателя.

13. Повышенная скорость

Достижение на катере большой скорости — одна из наиболее часто ставящихся задач. Иногда хотят заменить старый двигатель новым, более сильным или же желают повысить скорость, чтобы быстрее попасть в отдаленные районы.

В литературе нередко приводят следующие данные: у катеров с водоизмещающим режимом движения требуемая мощность возрастает пропорционально третьей степени скорости; при переходном режиме — лишь в степени 2,2, а у глиссеров — пропорционально квадрату скорости. Это не соответствует действительности! На самые тихоходные и быстроходные катера всегда распространяется следующий закон: сопротивление в жидкой или газообразной среде возрастает пропорционально квадрату скорости, и поэтому мощность двигателя увеличивается пропорционально третьей степени скорости.

Однако волны, которые образуются на свободной поверхности воды от идущего катера, несколько усложняют этот простой закон. Он не теряет своей силы, но имеет отступления: «большой пик сопротивления» при $R = 5,25$ присущ всем катерам, которые плавают в его пределах; его влияние заметно, если $R = 4-8$. Кроме того, «малый пик сопротивления» наблюдается при $R = 3,4$, однако на такой малой скорости он едва заметен.

Предлагаемая диаграмма (рис. 59) полностью зависит от большого пика сопротивления, но на ней виден также и упомянутый малый пик. Поведение катеров с закругленной формой кормы показано круто поднимающейся вверх пунктирной линией. При $R = 4,5$ положение кормы, форма которой закруглена, становится критическим, потому что узкая ненесущая корма погружается в подошву волны и сопротивление значительно возрастает даже при небольшом увеличении скорости.

Нанесенная кривая показывает характер изменения сопротивления. Ее можно назвать *кривой относительного сопротивления*. Она представляет коэффициент мощности C_p , характеризующий изменение сопротивления движущегося катера от самой малой до самой большой скорости. Если бы сопротивление судна увеличивалось точно в квадрате скорости, а мощность возрастала в третьей степени скорости, то вместо кривой получилась бы горизонтальная прямая линия. В действительности же в районе умеренных

скоростей, слева, появляется крутой подъем, показывающий значительно большее увеличение мощности, чем «по закону третьей степени». Правее пика сопротивления прирост мощности становится меньше и лишь при очень большой скорости он почти точно соответствует начальному закону²⁸. С этой кривой следует сверять расчет необходимой мощности для увеличения скорости.

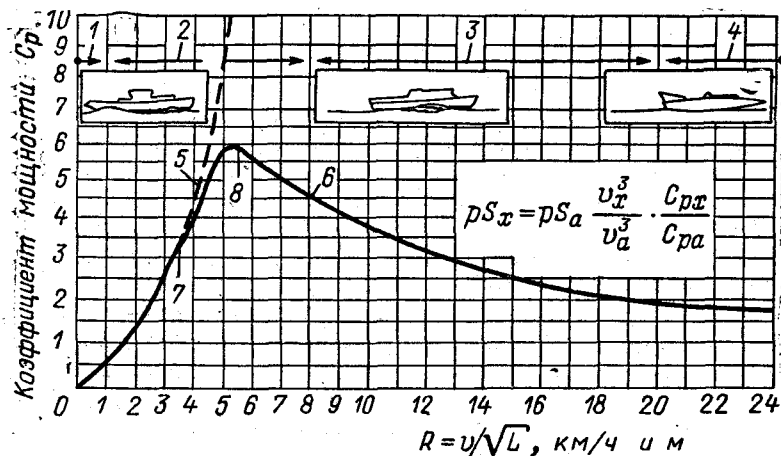


Рис. 59. Основная диаграмма для расчета необходимой мощности двигателя от малого хода до наибольшей скорости. От нуля до вершины большого пика сопротивления мощность увеличивается значительно больше, чем в третьей степени скорости. При переходе через этот пик каждый катер попадает снова в более благоприятную зону. В верхней части диаграммы изображены четыре режима движения (1—4) в зависимости от $R = v/\sqrt{L}$.

1 — дрейф; 2 — плавание; 3 — переходный режим (частичное глиссирование); 4 — глиссирование; 5 — кривая для округлой кормы; 6 — кривая для удачных катеров; 7 — малый пик сопротивления; 8 — большой пик сопротивления.

Если большой туристский тихоходный катер, коэффициент скорости которого $R = 3 \div 4$, идет с экономической скоростью при небольшой мощности двигателя, то увеличивать скорость до $R = 5$ нецелесообразно. В противном случае катер окажется в режиме сильного волнообразования и будет иметь невыгодную скорость у большого пика сопротивления. Поскольку кривая на этом участке поднимается круто, потребуется большое увеличение мощности.

Если катер в районе пика все же идет со скоростью $R = 5,25$, но имеет форму, пригодную для удваивания скорости, то при $R = 10,5$ он достигнет значительно более благоприятного движения. Коэффициент мощности C_p понижается с 5,9 у пика сопротивления до 3,6. Для удвоения скорости «по закону» необходима восьмикратная мощность двигателя. Но поскольку здесь значение C_p существенно уменьшилось, то вместо восьмикратной мощ-

ности потребуется лишь $\frac{3,6}{5,9} \cdot 8 = 4,9$ той мощности, которая была необходима при $R = 5,25$.

В том случае когда для обеспечения дальности плавания на экономичном ходу уменьшают скорость, катер на пике сопротивления при $R = 5,25$ находится в благоприятных условиях. С переходом на «половинную» скорость ($R = 2,6$), значение C_p уменьшится с 5,9 до 2,0! Если этой скорости по обычному расчету соответствует $1/8$ первоначальной мощности, то из-за снижения C_p с 5,9 до 2,0 действительная потребная мощность составит лишь $\frac{1}{8} \cdot \frac{2,0}{5,9} \approx 1/8$ первоначальной.

Универсальность кривой сопротивления позволяет использовать ее шире, чем показано выше. С помощью этой кривой можно:

- 1) рассчитать мощность катера для изменившейся скорости;
- 2) сравнить мощность сходных катеров различных размеров и скоростей;

3) приближенно рассчитать скорость катеров любого размера и с любой мощностью двигателя.

Формула, относящаяся к п. 1, воспроизведена в диаграмме. Она содержит следующие обозначения: pS_a — известная мощность двигателя на гребном винте; pS_x — полученная новая мощность двигателя; v_a — известная скорость; v_x — полученная новая скорость; C_{pa} — коэффициент известной скорости катера; C_{px} — коэффициент полученной скорости.

Для сравнения различных катеров необходимо знать их водоизмещение. Его значение вводится затем в формулы в степени $2/3$. Поэтому к приведенным выражениям прибавляется еще треть, частное:

$$D_x^{2/3}/D_a^{2/3}, \text{ где } D \text{ — водоизмещение, м}^3.$$

Используя результаты ходовых испытаний катера длиной, например, 10 м для расчета скорости катера аналогичной формы, но других размерений, можно с помощью указанного выражения получить хорошее приближение, хотя такой расчет не будет абсолютно точным. Применяя кривую C_p и допуская упрощения, можно также рассчитать скорость катера или мощность двигателя с удовлетворительным приближением. Эти упрощенные расчеты производят по формулам:

мощность двигателя (в л. с.)

$$pS_a = \frac{C_p v^3 D^{2/3}}{100 \eta_p};$$

скорость (в м/с)

$$v = \sqrt[3]{\frac{pS_a \cdot 100 \eta_p}{C_p D^{2/3}}},$$

где C_p — коэффициент мощности из диаграммы; η_p — коэффициент полезного действия винта, необходимый для расчета мощ-

ности или скорости (в среднем равен 60%). Высокая скорость, связанная с умеренной частотой вращения, улучшает коэффициент полезного действия; он может повыситься до 75%. Пониженная скорость и высокая частота вращения, наоборот, ухудшают его (коэффициент полезного действия может понизиться до 45 или 40%).

Абсолютная величина и соотношение размерений катера также имеют значение. Малые катера, даже с хорошими обводами, из-за повышенного трения всегда будут менее удачными, чем большие катера. При одинаковой скорости один квадратный метр смоченной поверхности создает тем меньшее трение, чем длиннее катер. Поэтому длинные катера всегда более ходки, чем короткие, независимо от качества их обводов. Влияние длины катера не очень велико; его можно оценить следующим образом: если катера длиной 10 и 20 м идут с одинаковой скоростью, то каждый квадратный метр смоченной поверхности большого катера испытывает в среднем на 10% меньшую силу трения, чем на меньшем катере. В пересчете на общее сопротивление в этом примере сопротивление большого катера примерно на 5% меньше.

К сожалению, оказывает влияние еще один трудно учитываемый фактор — численно неопределимая величина, зависящая от качества обводов и соотношения длины, ширины и водоизмещения катера. Качество обводов определяется модельными испытаниями, и установить его другим путем невозможно. Ниже предлагается корректировка (в процентах) значения C_p различных катеров для приблизительного учета качества их обводов²⁹:

Очень неудачные малые	.....	+60
Умеренно неудачные	.....	+30
Довольно широкие	.....	+20
Обычные средние	.....	+0
Катера с достаточно хорошими обводами	.....	-10
Легкие большие с улучшенными обводами	.....	-20

Чтобы получить эффективную мощность двигателя на выходном фланце, необходимо корректировать мощность P_{S_a} , полученную расчетом. Очень большие установки имеют механический коэффициент полезного действия 95%. У обычных установок средней мощности (100 л. с. или более) лучше учитывать от 8 до 10% потерь, а у малых установок — от 15 до 20% (при мощности от 5 до 10 л. с.). Этот упрощенный расчет, естественно, не имеет твердой основы, потому что коэффициент полезного действия гребного винта и качество обводов катера можно оценить лишь приближенно. Кривая C_p , однако, получена с учетом реально существующих факторов последовательной обработкой результатов ходовых испытаний.

Приведенная на рис. 59 диаграмма показывает средние значения, так как она основана не на одной кривой, а на множестве кривых, отражающих различные размерения катеров и их соотношения.

Если удастся связать расчет с разумной оценкой качества обводов катера, то при помощи этого упрощенного метода будут достигнуты вполне удовлетворительные результаты.

14. Длинный и узкий или короткий и широкий?

Многие новые суда, в первую очередь туристские катера, спущенные на воду, критически оценивают, как слишком короткие. Еще не было случая, чтобы катер оказался слишком длинным и его впоследствии укоротили. Наоборот, нередко моторные катера и яхты через несколько лет разрезают в средней части, удлиняя кормовую (изредка носовую) часть. В результате длину судов увеличивают на 10—25%.

Установление оптимальных размерений строящегося катера затрудняют такие показатели, как остойчивость, условия обитаемости, мощность двигателя и расходы, которые, к сожалению, часто приводят к невыгодному компромиссу.

Сколько спальных мест устроить на туристском катере длиной 10 м? Сколько человек вместит пятиметровый спортивный катер? Сколько стоит один метр длины катера? Всегда стараются узнать, как за определенную сумму получить наибольший объем помещений на катере.

Часто придерживаются ложного вывода: чем длиннее и больше катер, тем он дороже. Однако сама по себе длина не дорогая! Если не менять ширину, мощность двигателя, оборудование и устройства, дополнительные расходы на удлинение катера окажутся незначительными. Стоимость туристского катера, корпус которого удлинен на 10%, возрастет всего на 3%! Согласно старому правилу судостроителей строительные расходы рассчитывают по объему помещений. Если общий объем не изменяется, то как длинный и узкий, так и короткий и широкий катер стоят по этому правилу одну и ту же сумму. Катер, у которого увеличена длина, но сохранены без изменений ширина, мощность и внутреннее оборудование, будет иметь, по сравнению с тяжеловесным неповоротливым коротким судном ряд преимуществ: легкость хода, элегантный внешний вид и хорошие мореходные качества. В результате повысится продажная стоимость катера. Таким образом, даже с чисто экономической точки зрения увеличенная длина и все связанные с нею преимущества достигаются почти бесплатно³⁰.

Ширина обеспечивает остойчивость и внутренний объем, поэтому нельзя выбирать ее слишком малой. Если же сохранить ширину и высоту катера, но несколько увеличить его длину, то остойчивость не изменится. На парусных судах времен быстроходных клиперов особенно экономно относились к ширине, что можно видеть по размерениям двух известных клиперов: «Катти Сарк»

(длина 74,5 м, ширина 13,4 м, $L/B = 5,5$) и «Лайтнинг Сарк» (длина 68,2 м, ширина 11,0 м, $L/B = 6,2$). Такие соотношения длины и ширины сегодня отверг бы любой владелец моторного катера, но они соответствуют старинной морской крейсерской яхте Эртца, которая при длине 13 м имела ширину 2,2 м. В некоторых случаях теперь впадают в другую крайность. Туристский катер длиной 14 м и шириной от 3,5 до 4 м еще возможен, но при этой длине стали увеличивать ширину до 5 м и более. Такие

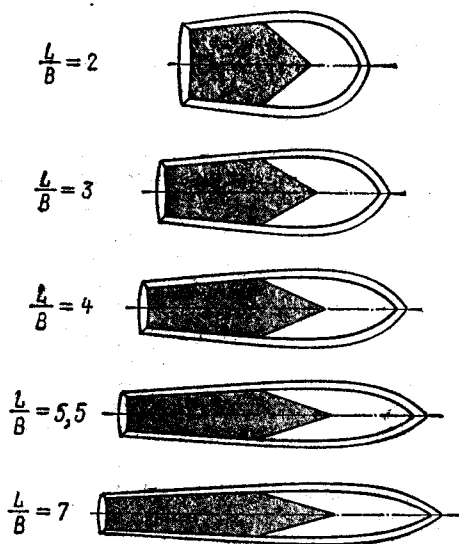


Рис. 60. Эта группа моделей быстроходных моторных катеров исследовалась в Вашингтоне в опытовом бассейне Дэвида Тейлора. Все модели имели одинаковую форму при измененных отношениях длины к ширине. Результаты этих испытаний (серия ТМВ-62) служат ценной основой для определения влияния ширины на сопротивление.

будут использованы, однако они позволяют лучше определить влияние слишком большой или малой ширины. К счастью, эта в высшей степени интересная группа моделей исследовалась в большом диапазоне скоростей. Кроме того, каждая модель подвергалась замерам при малом, среднем и тяжелом водоизмещении.

На диаграмме (см. рис. 61) можно увидеть три главные и четыре вспомогательные или промежуточные зоны. Поскольку экспериментальные катера при одинаковом водоизмещении имели различную длину, диаграмма построена не по коэффициенту скорости, а по водоизмещению (у самого малого катера $D = 0,5 \text{ м}^3$), у самого большого — $D = 100 \text{ м}^3$).

суда будут неудачниками в эксплуатации; последующее удлинение их неизбежно³¹.

Серия ТМВ-62 американских модельных испытаний, о которой доложил Клемент на сессии SNAME³² в ноябре 1963 г., дает возможность сравнить сопротивление узких и широких катеров (рис. 60). Главная цель этого исследования заключалась в том, чтобы отыскать оптимальную форму быстроходного полуглиссера. В результате была составлена диаграмма (рис. 61), отражающая влияние ширины пяти разных моделей при различной скорости.

Форма шпангоутов представленных моделей показана на рис. 48, а. Необычные соотношения между длиной и шириной моделей придают исследованиям этой серии особую ценность. Крайние значения таких соотношений вряд ли когда-либо

Полученные выводы хорошо совпадают с практическими опытами, но распространяются много дальше. Зона А обозначает очень малый ход: она характерна для тихоходных моторных катеров с экономической крейсерской скоростью. Общеизвестно, что при этом катера с удлиненными обводами оказываются наиболее удачными.

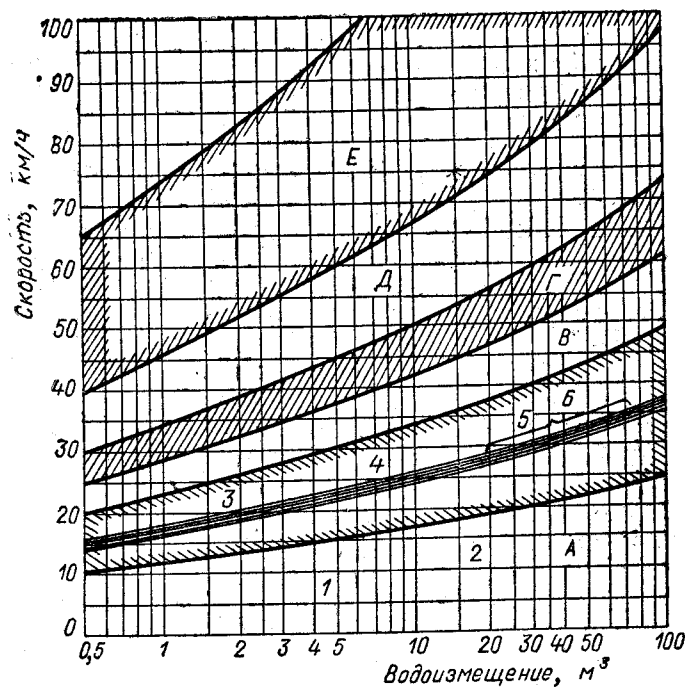


Рис. 61. Выбор удлинения катеров по ходкости. При составлении этой диаграммы были использованы результаты исследований группы моделей ТМВ-62.

В зонах А и В диапазоны изменения водоизмещения и скорости: 1 — широкие катера допустимы; 2 — узкие корпуса предпочтительны; 3 — узкие катера особенно удачны; 4 — широкие катера очень неудачны; 5 — широкие катера особенно нежелательны.

Важнейшей является зона В. Она отражает среднюю крейсерскую скорость почти всех туристских катеров и моторных яхт. Множество тесно прилегающих друг к другу параллельных кривых в середине зоны характеризует наиболее невыгодную скорость катера, ширина которого увеличена. Более того, во всей зоне В широкие катера оказываются особенно невыгодными. Если, например, какой-либо туристский катер имеет в средней зоне диаграммы водоизмещение 5 или 10 м^3 , то при часто используемых соотношениях длины и ширины его длина в первом случае будет равна 10—11 м, а во втором — 13—14 м. Положение широкого

пятитонного катера, предназначенного для скорости 22 км/ч, а 10-тонного — для 25 км/ч, окажется критическим (повышенное сопротивление, увеличенный расход топлива, излишнее волнообразование). Для катера же с удлиненными обводами, напротив, в этом случае потребуется меньше половины мощности.

Чтобы показать в качестве сравнения соответствующие относительные значения указанного катера длиной от 10 до 11 м и водоизмещением 5 м³, необходимо выбрать для него модели удлиненной формы. Все размеры можно считать по ватерлинии, причем для 11-метрового катера допустима длина по ватерлинии 10,4 м. Пятитонный катер будет соответствовать группе моделей со следующими размерениями:

Показатели	L/B=2	L/B=3	L/B=4	L/B=5,5	L/B=7
Длина, м	7,3	9,0	10,4	12,15	13,7
Ширина, м	3,65	3,0	2,6	2,2	1,95
Угол дифферента, °	5	3	2	1,25	1

Как уже было отмечено, для широкого катера, по сравнению с узким, требуется удвоенная мощность двигателя. Но если он попал в критическую полосу, то это положение не будет относиться к катерам с предельным отношением длины к ширине. Мощность двигателя очень широкого катера может быть даже утроена при одинаковом с узким катером водоизмещении.

Угол дифферента также показывает, насколько неудовлетворительно поведение короткого катера и как выгодно отличается от него поведение длинного катера в критической зоне. Необходимо обратить внимание на протяженность зоны Б. Она охватывает наибольшее количество спортивных катеров со средней скоростью. Зона В является промежуточной между зонами Б и Г. В зоне Г все катера равноценны: как длинные и узкие, так и короткие и широкие. Это получается потому, что короткие катера идут с повышенной относительной скоростью, когда благоприятно сказываются динамические силы поддержания. Длинные и узкие катера лишь частично выгадывают от действия динамических сил, а главное их преимущество все же — удлиненные обводы³³.

За промежуточной зоной Д находится зона Е, где катера любой ширины почти равноценны.

На рис. 62 представлена диаграмма, которой следует воспользоваться. Она показательна прежде всего в опасной средней полосе и является хорошей советчицей!

Часто возникает необходимость определить приблизительное водоизмещение для заданного размера катера. Оно зависит от объема помещения катера, от конструкции, легкой или тяжелой,

от веса машинной установки, оборудования и устройств. По приведенной диаграмме можно непосредственно оценить нормальное водоизмещение в зависимости от наибольшей длины. Диаграмма предназначена для катеров длиной от 5 до 35 м и водоизмещением от 1 до 200 м³. Следует обратить внимание, что шкала водоизмещения дана в логарифмической градуировке. Основная кривая и несколько вспомогательных позволяют определить водоизмещение

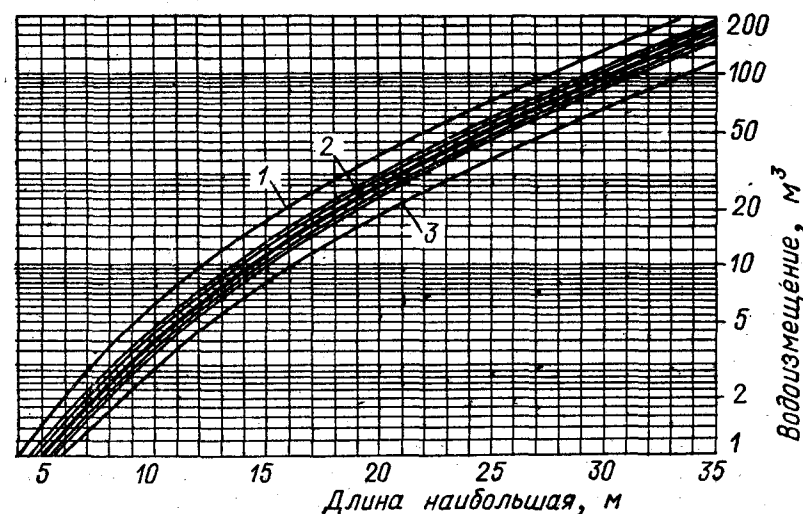


Рис. 62. Диаграмма зависимости водоизмещения, встречающегося у 80—90% всех катеров и моторных яхт, от наибольшей длины корпуса. Кривые служат лишь для общей оценки, их нельзя использовать для расчетов.

1 — тяжелые катера; 2 — катера с обычным водоизмещением; 3 — очень легкие катера.

в каждом случае. Естественно, что в конструкторских бюро при проектировании такой упрощенной диаграммой не пользуются. Для расчета веса корпуса конструктор имеет опытные данные, основанные на признанных объемах помещений. Все остальные составляющие веса должны рассчитываться отдельно и соответственно учитываться.

Изображенные на диаграмме граничные кривые для очень тяжелых или очень легких катеров действительны при нормальных соотношениях размеров и водоизмещения. Иногда водоизмещение катера может оказаться меньше или больше соответствующего его длине, но в 95% всех случаев оно совпадает с изображенными кривыми. Разумеется, если имеется балласт, вес его необходимо учесть особо.

Наиболее часто используемые размеры ширины тоже можно представить в виде диаграммы. Недостаточно знать, что L/B = 7 относится к очень удлиненному катеру, а L/B = 2, напротив, —

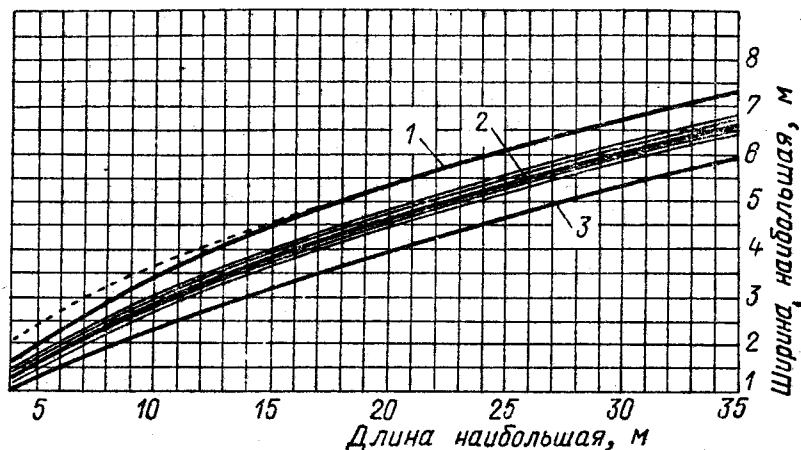


Рис. 63*. Диаграмма зависимости средних значений ширины более чем 90% всех катеров и моторных яхт от их длины.

1 — катера очень большой ширины; 2 — катера обычной ширины; 3 — удлиненные катера.



Рис. 64*. Длинный и узкий девятиметровый тренерский катер «Тевтония». Он имеет ширину лишь 1,3 м, так как при тренировке гребцов должно быть очень небольшое волнообразование.

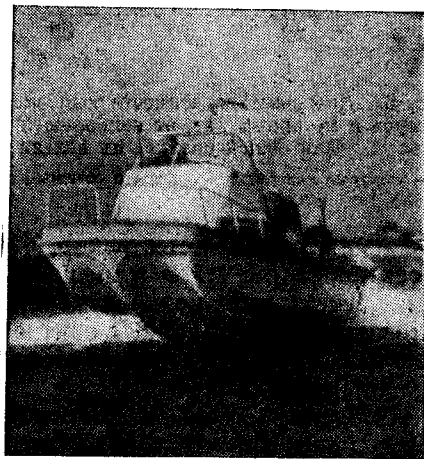


Рис. 65*. Короткий и широкий катер «Джоллибуут» (Англия) на чистом глиссировании. При длине 6 м и ширине 2,92 м он достигает соотношения L/B , почти равного двум. Мощность двигателей фирмы «Волво-Пента» — 2×120 л. с.

к широкому. Кривые на рис. 63 показывают ширину катеров длиной от 5 до 35 м. Небольшая часть современных катеров оказывается за пределами обеих граничных кривых. Необычайно широкие катера при наименьшей длине встречаются редко. Так, серийно выпускался туристский катер длиной 6,1 м, ширина которого составила 3,05 м, т. е. ровно половину длины, а водоизмещение было равно $1,6 \text{ м}^3$. Такой катер при скорости 18 км/ч попадал в особенно неблагоприятные условия, расходовал большую мощность и имел значительный дифферент. Но если бы он шел со скоростью более 30 км/ч, поведение его было бы нормальным, так как он попал бы в зону Г диаграммы на рис. 61.

Водоизмещение нельзя выбирать произвольно, а ширину можно (рис. 64 и 65). Вытекающие из этого последствия нетрудно оценить при помощи диаграммы на рис. 61.

15. Неудачные катера

Каждый расчет скорости катера в стадии проектирования предполагает, что обводы катера безошибочно соответствуют условиям ходового режима и правильно оценен коэффициент полезного действия гребного винта.

Неправильно выбранные обводы и низкий коэффициент полезного действия гребного винта приводят к созданию неудачного катера. Это выясняется не при расчете, поскольку обводы катера полагают выбранными правильно, а на ходовых испытаниях. Появление неудачных катеров обусловлено действием следующих трудно определяемых факторов:

1. Отношения L/B . Удлиненные катера для малых и средних скоростей более удачны, чем широкие (см. рис. 61).

2. Веса. Тяжелые катера намного менее выгодны, чем следует из обычного расчета.

3. Положения центра тяжести. Составляющие веса, расположенные далеко к корме, отрицательно влияют до средних скоростей. Переход от статического дифферента к динамическому на широких катерах особенно опасен и часто приводит к необычно большому дифференту на корму.

4. Расположения движительного комплекса. Одновинтовая установка всегда эффективнее двухвинтовой (для тихоходных катеров в большей степени, чем для быстроходных).

5. Размерения. Малые катера имеют относительно большее сопротивление, чем большие, и менее удачны только из-за своих размеров³⁴.

16. Двигатели и типы современных катеров

Чтобы превратить байдарку в моторную лодку, достаточно установить на ней бортовой подвесной мотор. Но в этой книге представлены только такие малые моторные суда, которые

предназначены для установки на них механического двигателя. Поэтому здесь не идет речь о гребных лодках и парусных яхтах, которые, будучи оборудованы вспомогательными двигателями, также могут стать самоходными. Типы современных катеров и других малых моторных судов очень разнообразны. В настоящей книге приведены только обычные типы моторных судов. В противном случае не нашлось бы места для изложения важных общих вопросов.

При отборе материала этой книги мы пытались отодвинуть элементы временной моды на задний план. Общая техническая политика на протяжении многих лет сохраняет основную направленность и значение, тогда как «ультрасовременные» тенденции обычно лет через пять уже изменяются.

Разработка проектов почти всех катеров и моторных лодок зависит от установки судовых (катерных и лодочных) двигателей трех типов:

- 1) обычный катерный двигатель (стационарный);
- 2) вариант того же двигателя, размещаемого в корме и имеющего Z-образную передачу (колонку) на гребной винт;
- 3) независимый подвесной лодочный мотор, устанавливаемый на транце мотолодки или катера (съемный мотор).

Стационарные катерные двигатели и двигатели с Z-образной передачей, по существу, отличаются от других транспортных двигателей только наличием специального катерного оборудования: реверс-редуктора, системы охлаждения, охлаждаемого выхлопного патрубка и т. д. От целесообразной конструкции и правильного выполнения этих узлов зависит, насколько удачным будет катерный двигатель, созданный на основе сухопутного транспортного двигателя.

Другое дело — подвесной мотор. Ему не соответствует никакой образец транспортного двигателя. Ввиду функциональных особенностей подвесного мотора для его установки необходимо только, чтобы катер имел рациональные специфические конструкции.

Подвесной мотор — забортный агрегат. Достаточно затянуть на транце два зажимных винта, как гребная или парусная лодка преобразуется в моторную. Чтобы закрепить подвесной мотор, не нужно просверливать киль, устанавливать машинный фундамент. Нет необходимости монтировать трубопроводы, глушитель, топливные баки, линию вала. Уже давно подвесной лодочный мотор считается истинным чудом техники, очень концентрированным и удивительно легким агрегатом. А его недостатки изложены ниже в разделе о катерных двигателях.

В настоящее время большое количество различных мотолодок и катеров оснащено подвесными моторами мощностью от 1 до 150 л. с. Поэтому обзор малых моторных судов и начинается с описания мотолодок и катеров с подвесными лодочными моторами.

17. Мотолодки с подвесными моторами

Бортовые шлюпки длиной около 2 м для парусных яхт уже могут быть оборудованы небольшим подвесным мотором. Правда, шлюпку подобного типа нельзя считать ни настоящей мотолодкой, ни средством для туристских прогулок. Она по-прежнему остается вспомогательной шлюпкой, бортовой принадлежностью большой яхты. Длина маленькой мотолодки не должна быть меньше 3 м. В качестве примера приведем открытую мотолодку «Хайди» длиной 3,2 м и шириной 1,55 м с подвесным мотором (рис. 66). При этих размерах и соответствующих обводах обеспечивается необходимая остойчивость судна.

Такая мотолодка способна принять трех пассажиров. Под ее короткой носовой палубой размещается, кроме того, встроенный ящик для снаряжения. Если мотолодку подобного типа использовать только как шлюпку для переноски пассажиров с борта большой яхты на берег, то в условиях тихой воды она может выдержать до пяти человек.

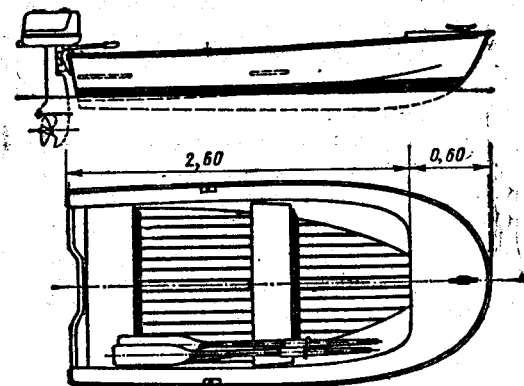


Рис. 66. «Хайди» — небольшая мотолодка.

Длина, м:		
наибольшая	.....	3,2
по КВЛ	.....	2,9
Ширина, м	.....	1,55
Высота борта, м	.....	0,45

На рис. 66 изображена пара весел, так как лодка такого размера должна хорошо идти под веслами. Все же «Хайди» в значительной мере отличается от «чисто гребной» лодки. Из-за короткого и широкого корпуса она плохо идет под веслами. Если принять большое удлинение, например 3,6 × 1,2 м, то остойчивость лодки уменьшится, но под веслами она будет идти легче.

Лодки подобных размеров строят в большом количестве, их часто изготовляют из стеклопластика, а также из водостойкой клееной многослойной фанеры или легкого металла, реже — из древесины. Следует обращать внимание на обеспечение непотопляемости (аварийной плавучести), чтобы при случайном столкновении или опрокидывании мотолодка не утонула. Необходимо также предусмотреть устройства, позволяющие находящимся в воде пассажирам держаться за залитую водой мотолодку. Нередко маленькие лодки оказываются опасными при установке на них слишком мощного мотора. Во время быстрого хода они становятся

неустойчивыми и могут легко перевернуться. Для предупреждения такого рода опасности многие американские организации издают циркулярные правила, на основе которых для каждого размера корпуса определяется наивысшая допустимая мощность мотора. Правда, эти правила рассчитаны на лодки обычного типа и не относятся к лодкам, определяемым особыми гоночными пра-

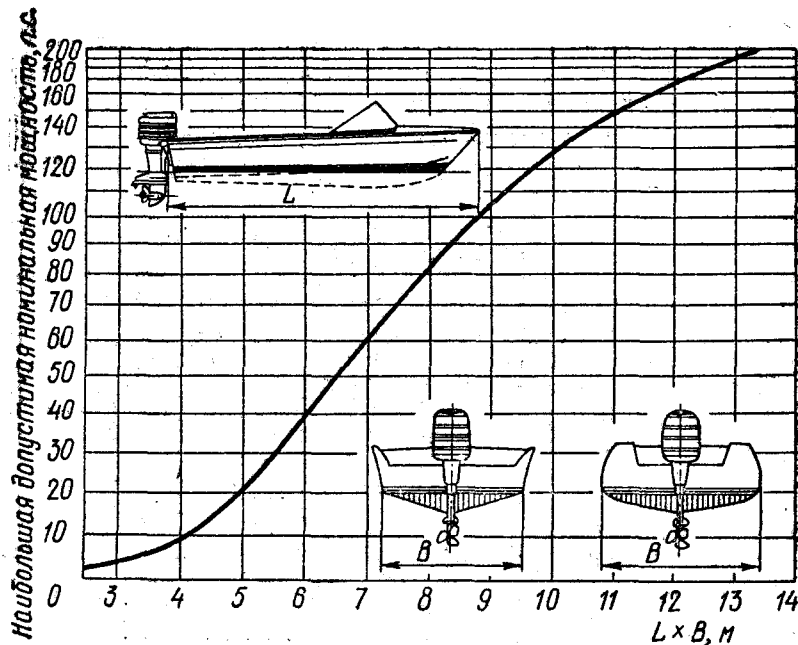


Рис. 67. Чтобы избежать возможной опасности от установки на мотолодке слишком мощного подвесного мотора, на основе американских правил были разработаны кривые максимально допустимой мощности. Для обычной эксплуатации мотолодок достаточно половины этой мощности.

вилами. Диаграмма, приведенная на рис. 67, издана американской ассоциацией катеростроения. По ней находят наибольшую мощность (в л. с.), номинальную или по каталогу, которая может быть использована для соответствующей лодки без особого риска.

Размер мотолодки определяется здесь произведением ее наибольшей длины и несущей (или полезной) ширины транца. Для маленькой лодки «Хайди» характерны следующие данные: длина наибольшая 3,20 м; полезная ширина транца 1,35 м; указанное произведение 4,32 м². По диаграмме рис. 67 находим допустимую мощность — до 12 л. с. Но допустимая мощность ни в коем случае не означает рекомендованную мощность⁸⁵.

Кто не намерен заниматься воднолыжным спортом или демонстрировать «лихую езду», тот может использовать для турист-

ских походов около половины допустимой мощности; в этом случае достаточно установить подвесной лодочный мотор мощностью до 6 л. с.

Следующая рекомендация относится прежде всего к большим мотолодкам и двигателям с наибольшей допустимой мощностью: для обычного туристского похода необходима $\frac{1}{2}$, а для экономичного прогулочного похода — $\frac{1}{4}$ номинальной мощности.

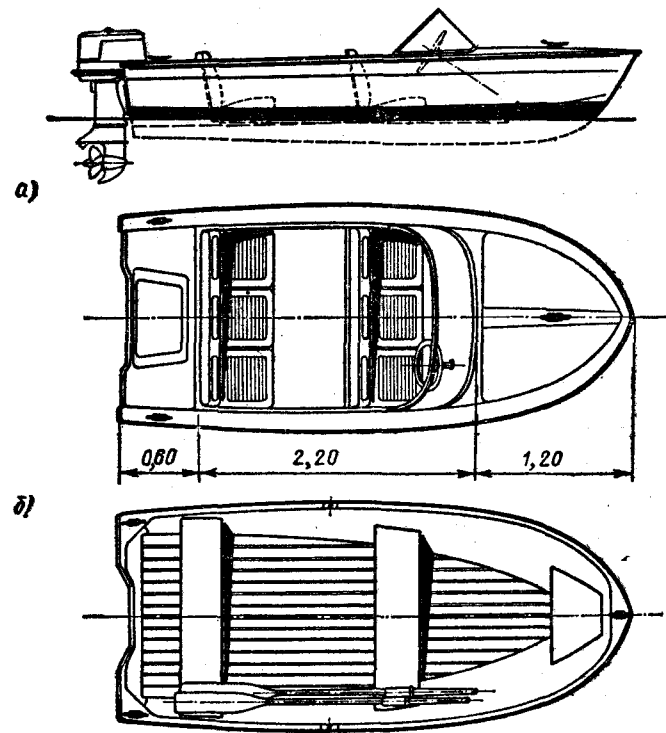


Рис. 68. «Марианна». Используя подобные большие размеры, можно создать моторную лодку (а) с просторной носовой палубой, защитным ветровым стеклом и двумя рядами мягких сидений. Чертеж б знакомит с общим расположением варианта открытой (разъездной) мотолодки в том же корпусе.

Длина, м:		
наибольшая	.....	4,0
по КВЛ	.....	3,6
Ширина, м	.....	1,75
Высота борта, м	.....	0,62

При длине корпуса свыше 4 м нужно создавать мотолодку с удлиненной передней палубой, ветровым стеклом и двумя рядами мягких (диванных) сидений в кокпите, как это показано на рис. 68, а. На корме такой лодки находится водонепроницаемая

ниша для подвесного мотора, имеющая самоотливное отверстие на тот случай, если водяные брызги перелетят над транцем и попадут в нее.

Мотолодка с открытым устройством транца показана на рис. 68, б. При установке мощного мотора возможно заливание кокпита лодки через транец, а при целесообразно расположенной моторной нише это исключается³⁶.

Мотолодка «Марианна» имеет наибольшую ширину 1,75 м; полезная ширина ее транца составляет 1,5 м. Произведение длины на ширину транца равно 6,0 м². По диаграмме рис. 67 корпусу подобного размера должен соответствовать подвесной мотор допустимой мощностью 40 л. с.; эта мощность позволит шести пассажирам совершить на лодке спортивное путешествие. Лодке обычной легкой конструкции с двумя пассажирами на борту такой мотор обеспечит скорость до 50 км/ч.

Если исходя из экономии выбрать вместо указанной выше установку мотора умеренной мощности, например 20 л. с., то можно достигнуть скорости 35 км/ч. Этой мощности достаточно, чтобы заниматься воднолыжным спортом. Преимущества такого мотора — низкая стоимость, невысокий расход горючего и малый вес. Последнее означает, что мотор не только лучше устанавливается на лодке, но и легче обслуживается.

Среди любителей проводить свой досуг на реках и озерах несомненно найдется немало таких, которые не хотят сидеть на мягких сиденьях за ветровым стеклом. Одни из них являются поклонниками спортивной ловли рыбы, другие желают поехать купаться вместе с семьей или намереваются перевезти какой-либо груз. Для мотолодки, используемой таким образом, лучше всего подходит конструктивное решение, показанное на рис. 68, б. Мощность мотора обычно составляет только 1/4 допустимой мощности, определенной по рис. 67. Мотор мощностью 10 л. с. обеспечивает приемлемую скорость 25 км/ч. Лодка подобного размера может хорошо двигаться под веслами (на рисунке видны два весла). Если такую открытую рабочую лодку оснастить мотором мощностью 40 л. с., то при отсутствии моторной ниши кормовой бурун в случае резкого поворота или внезапной остановки лодки может захлестнуть транец, и вода зальет кокпит.

Приведем пример большой спортивной мотолодки «Клавдия» с подвесным мотором (рис. 69). Подобные мотолодки в различных вариантах встречаются на всех водных бассейнах. При наибольшей длине 4,8 м и ширине 1,95 м размерения оказываются близкими к наиболее выгодным для лодки с мощным подвесным мотором. Если полезная ширина транца равна 1,75 м, то получается большое произведение длины на ширину транца — 8,4 м², в результате чего согласно рис. 67 мощность мотора до 92 л. с. является допустимой. Благодаря такому мотору «Клавдия» с двумя пассажирами на борту и легким снаряжением развивает скорость до 70 км/ч.

Следует подчеркнуть элегантность современной быстроходной мотолодки, имеющей длинную переднюю палубу, эффективную ветровую защиту, выполненные со вкусом сиденья и нишу для мотора в корме.

На рис. 69 показано общее расположение лодки, которое следует считать целесообразным. Два пассажира сидят спиной друг к другу и оба передних сдвоенных сиденья, раздвигаясь, преобразуются в спальные места. Задние сиденья убирают на время занятий рыбной ловлей. Кто действительно изберет это занятие, не должен, конечно, применять столь мощный мотор. Подвесные лодочные моторы высокой мощности имеют тенденцию к неустойчивой работе на малых оборотах. Поэтому любитель спортивной ловли рыбы выберет мотор мощностью не более 20 л. с., который сможет обеспечить мотолодке скорость до 30 км/ч. При обычном туристском путешествии на мотолодке с мотором мощностью вдвое меньшей максимально допустимой мощности (45 л. с.) можно идти со скоростью до 50 км/ч.

Расположение в кокпите, показанное на рис. 69, а, обладает многими преимуществами, однако можно выбрать и другие схемы. Кто отдает предпочтение хождению на водных лыжах или подводному спорту, тот оценит большой свободный кокпит по рис. 69, б. Спортсмен-подводник сможет лучше разместить и использовать свои приборы. Мокрый пловец поднимется на борт лодки, не замочив сиденья. Если на прогулку приглашены гости, то можно дополнительно установить переносные кресла.

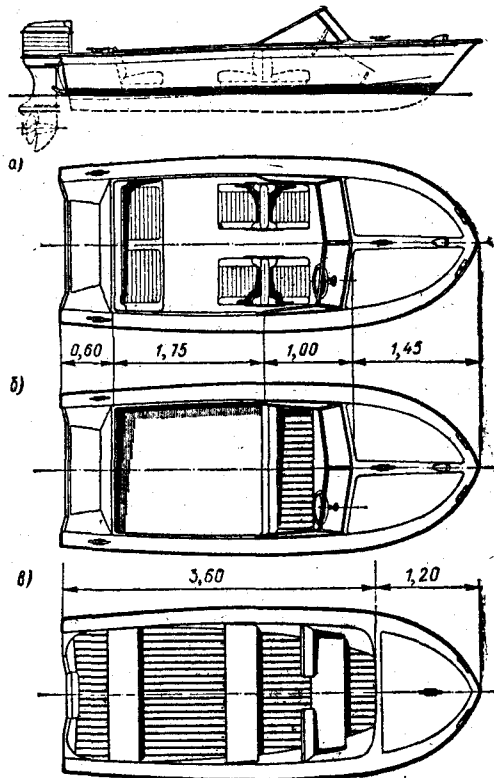


Рис. 69. «Клавдия». Три варианта различного общего расположения большой мотолодки: а — современная спортивная мотолодка; б — мотолодка с большой свободной площадью кокпита (для воднолыжников и аквалангистов); в — служебная мотолодка с жесткими сиденьями.

Длина, м		
наибольшая	.....	4,8
по КВЛ	.....	4,15
Ширина, м	.....	1,95
Высота борта, м	.....	0,7

На рис. 69, в показано расположение служебной (рабочей) мотолодки. Она предназначена для лиц, которые живут вблизи воды и используют мотолодку для перевозки грузов, а также для деловых поездок. Спортсмен-рыболов может удобно разместить на лодке необходимое снаряжение и даже почистить рыбу. При таком несложном, но удобном общем расположении не требуется большого ухода за лодкой. Четверти допустимой мощности мотора, т. е. 20 л. с., достаточно для достижения многих целей, а небольшой вес мотора позволяет при необходимости снимать мотор с лодки.

18. Трехкилевые обводы („тримараны“)

Все рассмотренные выше лодки были выполнены с обычными остроконечными V-образными обводами. Совершенно иной тип представляет мотолодка «Мёве» («Чайка»). На рис. 70 показан ее корпус длиной 5,2 м и шириной 2,1 м. Здесь применены обводы типа «тримаран». Это обычный узкий корпус лодки с прилегающими справа и слева полукорпусами. Таким образом, получаются три киля, из которых только средний полностью проходит до кормы; днища боковых корпусов составляют около $\frac{3}{4}$ длины основного. Обводам, образующим переднюю часть судна, дают различные названия: «кафедрал», или «тримаран», «крыло чайки». В большинстве случаев мотолодки с трехкилевыми обводами, как и однокилевые, заканчиваются обычным транцем. Однако у некоторых лодок все три киля достигают транца. В этом случае поперечные обводы выглядят волнистыми. Для них также применяют название — обводы типа «тримаран». Плоской корме, когда скуловые кили не достигают транца, обычно отдается предпочтение, потому что это обеспечивает мотолодке хорошую маневренность. Если все три киля «протянуты» до кормы, то становится очевидной трудность бокового движения (дрейфа) кормы, и в результате маневренность мотолодки ухудшается.

При обводах типа «тримаран» или «крыло чайки» предусматривается очень широкая плосконосая передняя оконечность мотолодки. В результате на волнении палуба остается сухой. Оба скуловых киля повышают остойчивость мотолодки, а при волнении способствуют легкости хода. Мореходность такой мотолодки обычно хорошая, чем объясняется ее растущая популярность. Однако столь ценное качество приобретает за счет увеличения веса лодки и относительно небольшой скорости.

Мореходность хорошо спроектированного тримарана намного лучше мореходности любой обычной мотолодки. Поэтому при выборе катеров для морской аварийной службы в прибрежных водах предпочтение отдают именно таким судам. Английские и

французские общества специально поставляют тримараны для спасения пострадавших при кораблекрушениях. Тримараны используют также для оказания помощи вблизи портов и бухт. Размеры тримаранов соответствуют размерам моделей мотолодки «Мёве».

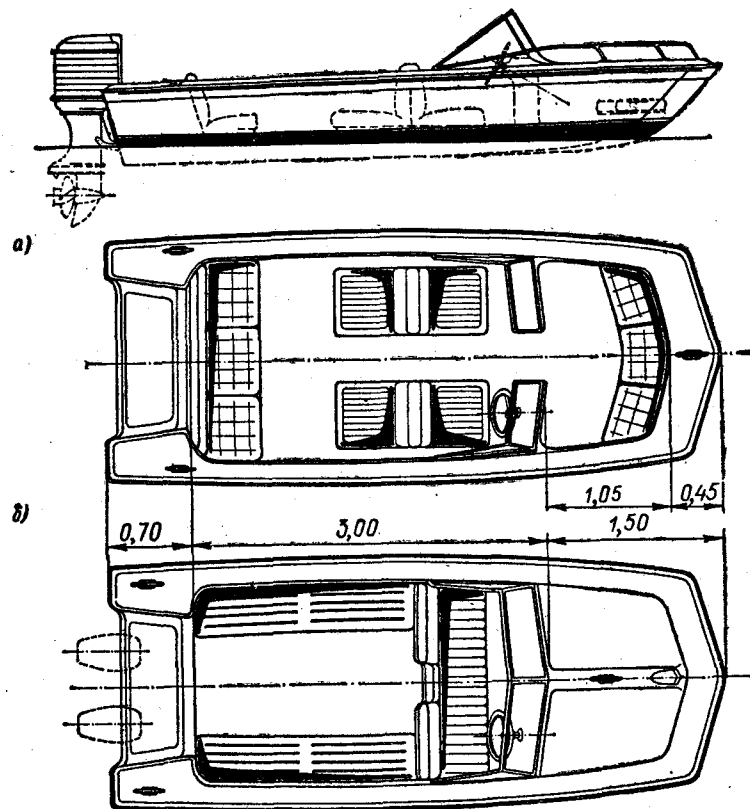


Рис. 70*. «Мёве». Мотолодка этого типа, так называемый тримаран, отличается повышенной остойчивостью и большой полезной площадью кокпита. Сложные обводы могут быть выполнены только из стеклопластика. На схеме а можно видеть кокпит, расположенный в носовой части судна; на схеме б — вариант служебной мотолодки.

Длина, м:		
наибольшая	.....	5,2
по КВЛ	.....	4,5
Ширина, м	.....	2,1
Высота борта, м	.....	0,7

Мотолодки, предназначенные для спасательных служб, обычно оснащены подвесными лодочными моторами, причем преимущество отдается тем мотолодкам, на которых установлены рядом два мотора равной мощности, как это видно на рис. 70, б. Конечно, устройство сидений полностью исключено. Катером управляют стоя

с поста управления, который по своему виду напоминает мостик подводной лодки.

Для использования тримарана в спортивных целях нужно сначала проанализировать допустимые характеристики мотора. При несущей ширине транца 1,95 м $LB = 10,2$. Из приведенной на рис. 67 диаграммы следует, что такому значению соответствует мощность двигателя 130 л. с. Поистине мощный двигатель! Благодаря широкому носовым обводам лодка имеет большой запас объемов, поэтому допускается установка мотора еще большей мощности. Но действительно ли нужна скорость 80 км/ч? Если вместо мотора указанной выше мощности выбрать мотор половинной мощности (65 л. с.), то и тогда лодка будет идти все еще с высокой скоростью — около 55 км/ч. С мотором мощностью, равной $1/4$ максимальной (32 л. с.), достижима скорость 35 км/ч.

Катер береговой спасательной службы при тех же размерах оборудуют двумя двигателями, каждый мощностью 45 л. с., с тем чтобы на тихой воде, несмотря на возможный избышек снажения, он мог развивать скорость свыше 50 км/ч (см. рис. 41).

Обе схемы общего расположения (см. рис. 70), конечно, не дают всех возможных решений. На рис. 70, а особенно выделяется передний кокпит. От поста управления имеется проход; средняя часть ветрового стекла складывается в сторону или отсутствует. Такое вполне допустимое при широких носовых обводах мотолодок типа «тримаран» общее расположение быстро завоевало много приверженцев. Передний кокпит благодаря широкой палубе защищен от водяных брызг и является излюбленным местом пребывания детей. Многие конструкции имеют дверь под откидными частями ветрового стекла. Сдвоенные сиденья заднего кокпита могут складываться в спальные места.

На рис. 70, б показано расположение разъездной мотолодки, предназначенной для перевозки большого числа людей. Без какого-либо риска на мотолодке размещается до 12 пассажиров.

Некоторые изменения в чертежах общего расположения не связаны с размерами мотолодок. В пределах практической возможности допустимо почти неограниченно заменять одно устройство кокпита другим. Так, сдвоенный ряд сидений четырехметровой мотолодки «Марианна» может быть применен и на большом катере, но не нужно пытаться использовать передний кокпит мотолодки длиной 5,2 м на обычной мотолодке «Клавдия» длиной 4,8 м. «Клавдия» не обладает широкой носовой палубой, присущей обводам типа «тримаран», и потому в большей мере страдает от водяных брызг. Типовые размеры мотолодок и их общее расположение могут быть выбраны из серии приведенных в книге мотолодок с подвесными моторами. Все промежуточные размеры допустимы. Такие мотолодки непрерывно создаются. Наиболее важные общие расположения мотолодок, показанные на чертежах, конечно, не исчерпывают всех возможных решений.

Лодки с округлыми и V-образными обводами могут быть построены из стеклопластика, клееной фанеры или легкого металла, а также из цельной древесины. Но обводы типа «тримаран» столь сложны, что их выполняют исключительно из стеклопластика.

Один вопрос остается открытым: выгодно ли выбирать один большой подвесной мотор с полной мощностью или два соответственно половинной мощности?

Ответ может быть дан только после разъяснения следующих обстоятельств: установка двух маленьких моторов потребует меньше усилий, чем одного большого; обслуживание двух моторов более удобно. Если из-за повреждения винта, загрязнения топлива и других причин откажет единственный мотор, то придется сидеть в неподвижной лодке, а при двух моторах можно спокойно продолжать путешествие, причем теряется лишь четверть скорости. Это достаточно убедительные аргументы в пользу установки двух моторов.

В пользу же одного мотора двойной мощности выдвигают другого рода обоснования: общая стоимость приобретения ниже, скорость в среднем приблизительно на 10% выше. Поэтому экономнее совершать путешествие на лодке с одним мощным мотором, чем с двумя моторами половинной мощности.

19. Малые туристские катера с подвесными моторами

По своей природе современный подвесной мотор предназначен для легкой лодки и большой скорости. Гребной винт мотора характеризуется небольшим диаметром и высокой частотой вращения, что обуславливает значительную скорость. На тяжелых лодках с малой скоростью подвесные моторы работают с низким к. п. д. гребного винта. Хотя промышленность поставляет гребные винты, предназначенные для такой службы, все же частота вращения винта обычного подвесного мотора всегда значительно выше, чем та, при которой в случае умеренной скорости достигается действительно высокий к. п. д. Для иллюстрации этого положения приведем пример. На 12-метровом туристском катере были установлены три подвесных мотора мощностью по 80 л. с. По внешнему виду катер не отличался от катеров обычной постройки. В середине возвышалась рулевая рубка, под которой расположились бы два обычных стационарных катерных двигателя; но это место осталось пустым. На корме было сделано очень низкое широкое углубление (моторная ниша), где рядом находились все три подвесных мотора. Вплотную к ним под банкой были встроены топливные баки для смешанного с маслом бензина. Владелец катера радовался, глядя на 240-сильную установку, ощущая громкий шум работавших двигателей и их вибрацию. Случай был столь исключительным, что завод по изготовлению подвесных моторов экстренно послал своего

представителя посмотреть на такое чудо. В действительности это была прискорбная неудача!

Во-первых, судно не развило большой скорости, которой оно достигло бы с равным по мощности стационарным двигателем.

Во-вторых, расход топлива увеличился более чем вдвое; кроме того, топливо было смешанным, с необходимым количеством масляных добавок, что повысило его стоимость.

В-третьих, за широким транцем катера на ходу оставалось огромное облако выхлопных газов, так что моторы частично снова засасывали собственный углекислый газ и поэтому не достигали нужной мощности. Наконец, они подвергались коррозии. Снятие моторов было затруднено, потому что они соединялись между собой тягами механизма управления. Маневренность оказалась замедленной и ненадежной. Такое большое судно на заднем ходу могло лишь медленно подходить к причалу (из-за малого диаметра гребного винта). Обслуживание моторов было трудным, срок их службы — коротким. Уменьшить шумность или вибрацию не удалось: на судне было постоянное облако дыма, так как смесь бензина и масла в непрерывно работавшем двухтактном моторе сгорала недостаточно полно. Все это получилось потому, что частота вращения мотора не соответствовала размерам судна.

Нецелесообразность применения подвесных моторов на больших катерах рассмотрена здесь на необычном примере³⁷. Неудач можно было бы избежать, если бы владелец судна заранее посоветовался с опытным специалистом-катеростроителем.

Для оснащения катера подвесным мотором необходимы три предпосылки: легкая конструкция катера, позволяющая обеспечить достаточно высокую скорость; рационально подобранные мощность мотора и частота вращения гребного винта с целью достижения высокого к. п. д. установки; удобное обслуживание мотора.

Каждую открытую лодку достаточной длины можно оборудовать на случай плохой погоды полузакрытой кабиной. Однако это будет еще не настоящий катер. Лодке недостает многих элементов, чтобы называться катером: места для приготовления пищи, места для шкафчика, туалета. Кроме того, каюта обычно остается открытой в корму. Тем не менее даже неудобной надстройки достаточно, чтобы защитить рулевого и пассажиров от ненастной погоды.

Прогулочный катер с каютой-убежищем, модель «Бриджит», показан на рис. 71. Его размеры 4,8×2,0 м — наименьшие допустимые, при которых крытая конструкция может быть осуществлена*. С учетом целесообразной ширины судна по транцу (1,65 м) произведение *LB* оказывается равным 8 м². В этом случае допу-

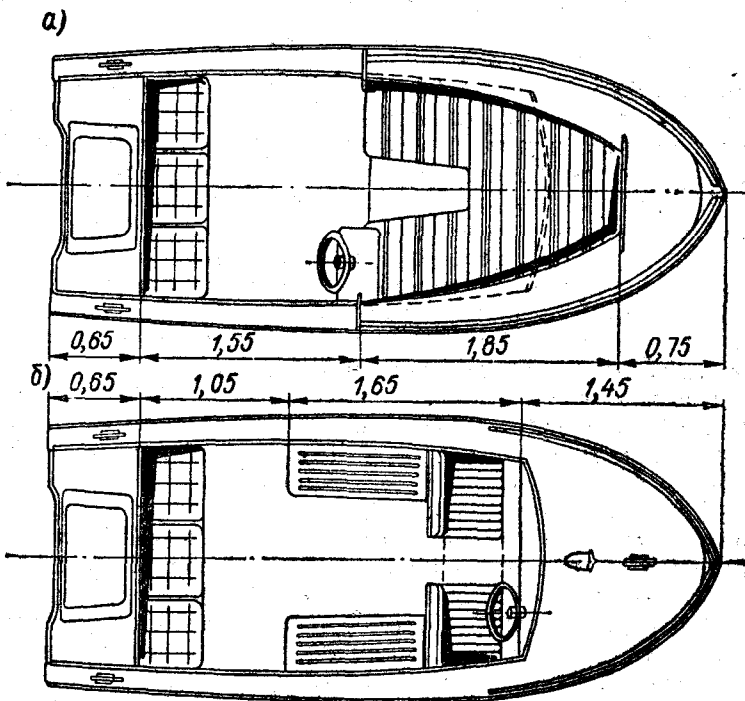
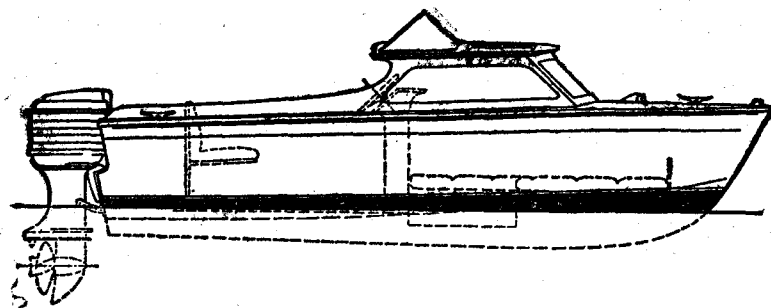


Рис. 71. «Бриджит». Катер с подвесным мотором и полузакрытой каютой-убежищем. Катера, выполненные по схеме *a*, имеют наружный пост управления и две койки достаточной длины. На схеме *б* изображен пост управления, расположенный в каюте.

Длина, м:		
наибольшая	.....	4,8
по КВЛ	.....	4,25
Ширина, м	.....	2,0
Высота борта, м	.....	0,9

* В СССР есть проекты судов меньших размеров, имеющих закрытую рубку, например проект «Бембия» (автор В. Г. Осипчук). — Прим. ред.

стимая расчетная мощность мотора немного превышает 80 л. с., а скорость достигает 50 км/ч и более.

Если для повышения экономичности решаются уменьшить скорость, то для путешествия со скоростью 38—39 км/ч достаточно мотора мощностью 40 л. с. При установке мотора мощностью 20 л. с. на катере такого размера можно совершать прогулки со скоростью до 24 км/ч. Конструкция катера легкая. С этой целью корпус выполняют из водостойкой многослойной клееной фанеры. Нагрузка — два человека и умеренное снаряжение.

На рис. 71, а показан пост управления, находящийся в кокпите позади небольшого ветрового стекла. В каюте-убежище удобно размещены две койки. Благодаря тому, что на этом маленьком катере предусмотрены моторная ниша и высокий надводный борт и достаточно просторная палуба, катер пригоден для длительных путешествий по рекам и озерам или вдоль побережья при удалении от гаваней.

На рис. 71, б показано другое расположение катера тех же размеров, с точно такой же каютой. В каюте размещен штурвал, а для водителя и его спутника имеются удобные мягкие сиденья⁸⁸. К ним примыкают два боковых сиденья, которые на корме переходят в обычную поперечную банку. Такое расположение очень удобно, если катер применяется для спортивной ловли рыбы, хождения на водных лыжах, перевозки пассажиров и грузов.

Катер с каютой-убежищем может быть широко использован в районах, где часто бывает плохая погода.

Как в действительности может выглядеть небольшой туристский катер с подвесным мотором, показывают рис. 58 и схема общего расположения катера «Моника» (рис. 72). Размеры «Моники», общее расположение, распределение объемов многократно испытаны и проверены. Достаточно легкий корпус такого катера длиной 5,8 м и шириной 2,2 м может быть выполнен из водостойкой клееной фанеры (многослойной). При ширине корпуса по транцу 1,9 м $LB = 11 \text{ м}^2$ и наибольшая допустимая мощность подвесного мотора составляет 145 л. с. Катер достигает значительной скорости — почти 55 км/ч. Именно в этом проявились существенные преимущества подвесного мотора! Никакой другой тип энергетической установки, будь-то катерный стационарный двигатель или двигатель с Z-образной передачей на винт, не может дать такого выигрыша в весе, как современный подвесной лодочный мотор. При общем уменьшении веса корпуса катера это позволяет существенно снизить затраты. В случае бережной эксплуатации и тщательного обслуживания мотора после каждой поездки водитель будет вознагражден надежной и многолетней его службой.

Не рекомендуется устанавливать мотор повышенной мощности. В то же время, используя мотор половинной мощности, в пределах 75 л. с., всегда можно ожидать достаточно большую скорость (до 40 км/ч). Даже при мощности 35 л. с. непременно получают удовлетворительную скорость — до 28 км/ч. На рис. 72, а и б

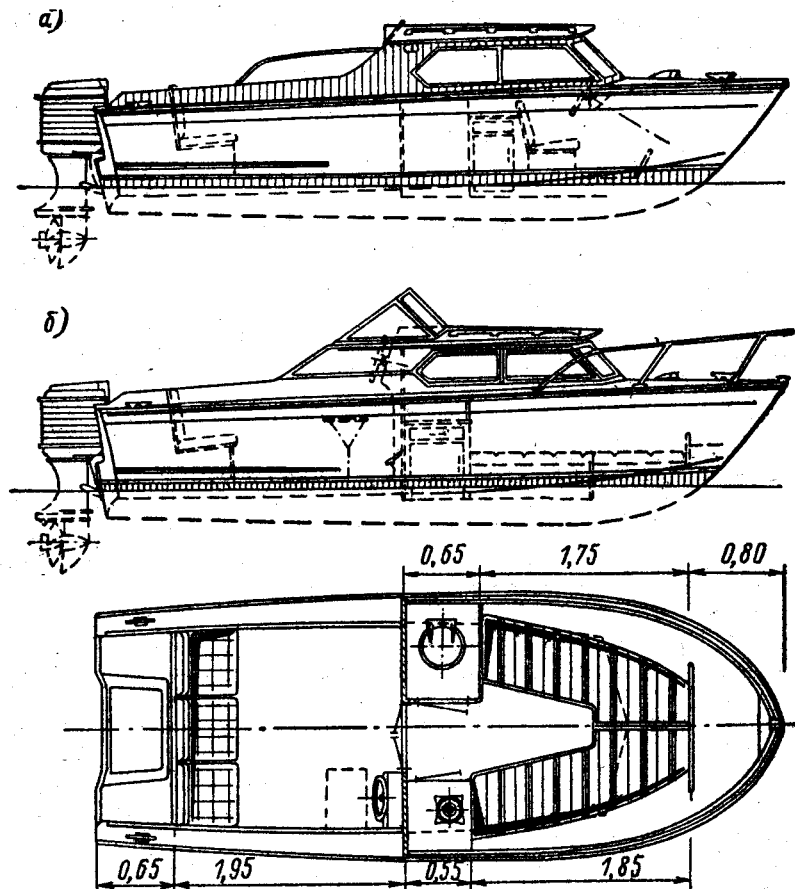


Рис. 72. «Моника». Небольшой туристский катер с подвесным мотором. Длина корпуса относительно небольшая, но позволяет предусмотреть некоторые удобства, например достаточно большой кокпит. На схеме а, вид сбоку, показан внутренний пост управления, на схеме б — наружный пост управления с соответственно большим жилым помещением в рубке.

Длина, м:		
наибольшая	.....	5,8
по КВЛ	.....	5,1
Ширина, м	.....	2,2
Высота борта, м	.....	1,0



Рис. 73. Быстроходная спортивная моторолка-тримаран длиной 4,6 м; серийно строится из стеклопластика (США). Обводы судна сочетают большую остойчивость с незаливаемостью при ходе на волне.

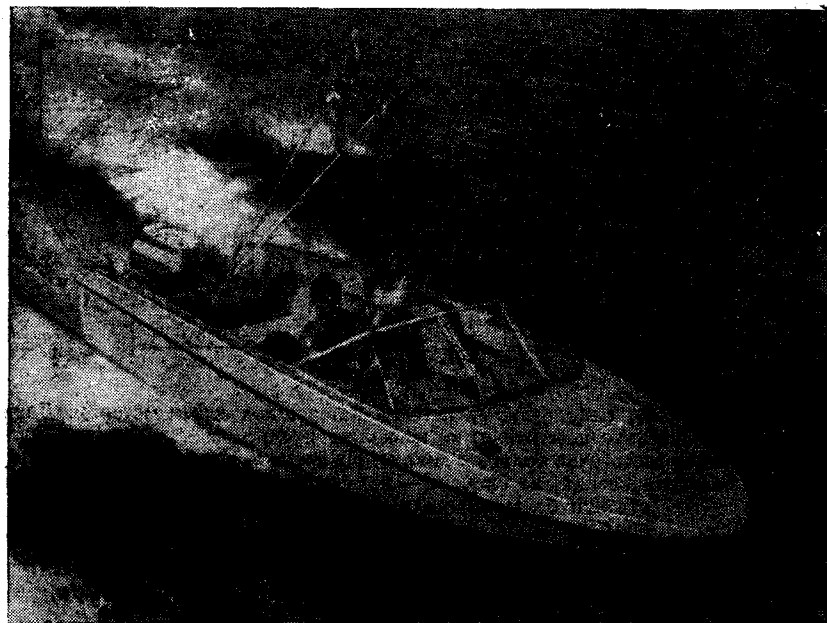


Рис. 74. Современная быстроходная прогулочная моторолка «Формула-190» из стеклопластика с подвесным мотором мощностью 100 л. с. Длина 5,65 м, ширина 2,15 м. На катере такого же типа может быть установлен стационарный двигатель с Z-образной передачей на винт.

показаны варианты расположения поста управления. На схеме *a* пост находится внутри каюты и полностью защищен, отчего, однако, каюта имеет только два запасных спальных места. Схема *б* показывает расположение катера, предназначенного для большого туристского путешествия, причем пост управления размещен за ветровым стеклом вне каюты.

Оба варианта расположения поста управления имеют право на существование. Это зависит от цели путешествия и от районов, где используется катер. На практике все же для туристских походов более приемлем катер с расположением, показанным на рис. 72, *б*. Общее расположение такого туристского (прогулочного) катера должно быть кратко пояснено. Длина катера 5,8 м является нижним пределом, при котором можно предусмотреть пригодную для туризма каюту с местом приготовления пищи и изолированным туалетом, причем размеры этих помещений сведены до минимума. В случае меньших размеров катера гармония целостности нарушается, так что страдают не только удобства пассажиров, но и ходовые качества судна. Рассматриваемый небольшой туристский катер «Моника» даже в сравнении с большими катерами имеет отличный вид. Оба спальных места вполне достаточны в длину и ширину. Длина кокпита допускает устройство запасных мест. Каюта уютна и светла. Наружное расположение поста управления гарантирует абсолютную видимость на любом ходе. Переднее леерное ограждение, а также леера, идущие вдоль крыши каюты, делают носовую палубу вполне доступной.

Общее расположение катеров, показанных на рис. 73 и 74, не рассчитано даже на небольшие туристские путешествия. На малых катерах для разездов с большой скоростью, при хорошей защите от холода или дождя предусматривают размещение туалета в закрытом помещении и, по желанию, даже допускают устройство двух резервных коек в каюте, если сиденье водителя сделано убирающимся. С учетом размерений и обводов такой катер лучше всего строить из морской многослойной фанеры; равным образом допустимо использовать для постройки катера стеклопластик и легкие металлы.

20. Быстроходные открытые спортивные катера со стационарными двигателями

В 20-х годах в Европе были распространены так называемые «Аугототе» — открытые катера для прогулок, на которых двигатель был установлен под длинной носовой палубой. В корме размещался открытый кокпит. Многие такие катера имели длину от 6 до 8 м, иногда до 11 м, а ширина их составляла 1,8—2,0 м.

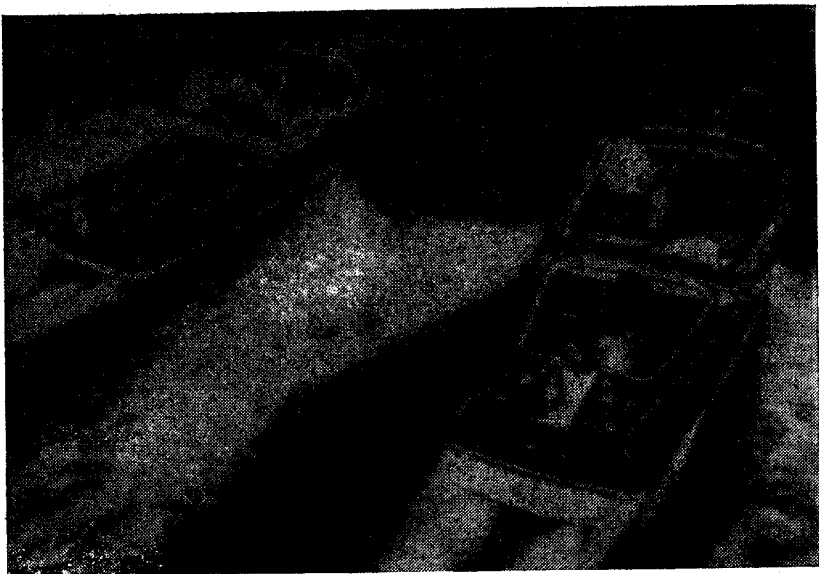


Рис. 75. Два европейских быстроходных катера: слева — модель «Аристон» длиной 6,5 м, справа — модель «Аквамара» длиной 8,25 м (Италия). Меньший катер имеет бензиновый двигатель мощностью 220 л. с., обеспечивающий скорость почти 70 км/ч; больший катер с двумя двигателями такой же мощности развивает скорость до 75 км/ч.

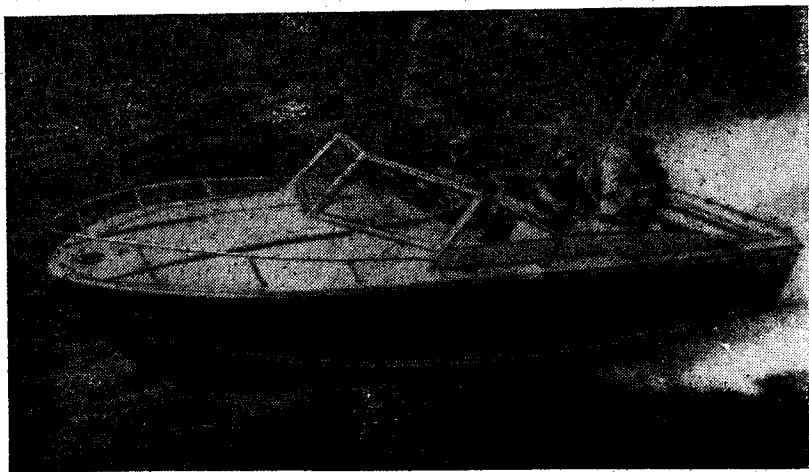


Рис. 76. Американский быстроходный прогулочный катер «Формула-233» с двумя двигателями с Z-образной передачей, каждый мощностью 120 л. с. Пластмассовый катер имеет длину 7,1 м и ширину 2,75 м. Катера серии «Формула» спроектированы Джимом Уинни и Уолтом Уолтерсом и характеризуются хорошей мореходностью.

Между тем в Соединенных Штатах Америки получил признание другой тип открытых катеров, у которых двигатель размещали ближе к корме за кокпитом. Это расположение оказалось возможным после того, как благодаря усовершенствованию катерных двигателей их стали устанавливать с большим углом наклона. Катера подобного типа получили название «Рунабоут». Их строили многие известные катеростроительные верфи, например «Крис Крафт» и «Гар Вуд».

На основе открытых катеров этих двух типов были созданы современные открытые разъездные и спортивные катера (рис. 75 и 76).

В настоящее время имеется много различных типов быстроходных открытых спортивных катеров. Ниже дается краткий обзор четырех из них. В качестве самого маленького катера представлен катер, носящий название «Доунзи». Его появление произвело сенсацию несколько лет тому назад не только из-за необычно малого отношения длины к ширине, но и вследствие того, что расположение сидений представляло нечто новое в катеростроении. Идея создания такого катера принадлежала двум американским конструкторам — Джиму Уинни и Уолту Уолтерсу; немалое участие в постройке принял строитель Дан Аронау.

Катер «Доунзи» (рис. 77) имеет длину только 5,05 м при ширине 2,1 м; корпус выполнен остроскулым с большим углом килеватости — до 24°. В оригинальном, со скругленными углами, кокпите размещены диван для пяти человек и передвижное кресло для рулевого, которое может поворачиваться на 360°.

В большинстве случаев в качестве энергетической установки катера используют бензиновый двигатель мощностью 165 л. с. при 4400 об/мин. Другое решение — установка двигателя мощностью 110 л. с. шведской фирмы «Вольво-Пента». В каждом случае двигатель с Z-образной передачей на винт размещали в корме.

С более мощным двигателем скорость катера достигала 78 км/ч. Несмотря на сравнительно малую длину корпуса и очень большую ширину, катер отличался хорошей устойчивостью на курсе, чему, безусловно, способствовал большой угол килеватости.

Спортивный катер «Ирэна» (рис. 78) длиной 5,5 м характеризуется оригинальным общим расположением, которое в настоящее время пользуется большой популярностью. Благодаря установке двигателя в корме катера в кокпите высвобождается очень большая площадь. По сравнению с кокпитом катера «Доунзи», достигающим в длину 1,75 м, длина кокпита у «Ирэны» (этот катер лишь немного больше, чем «Доунзи») составляет 3,85 м; ширина «Ирэны» сравнительно с «Доунзи» увеличена незначительно. Показанное расположение в целом может считаться удачным. Здесь, правда, изображена не существующая модель какой-либо определенной фирмы, а тип катера. Ряд катеростроителей изготавливают катера, схожие с катером, изображенным на рис. 78. Например, модель «Санлай-

нер» фирмы «Гласпар» довольно точно соответствует приведенному здесь чертежу. На этом несколько большем катере обычно устанавливается двигатель мощностью 110—165 л. с., обеспечивающий скорость катера до 70 км/ч.

Размещение двигателя с Z-образной передачей на винт полостью в корме обладает рядом преимуществ, но не позволяет

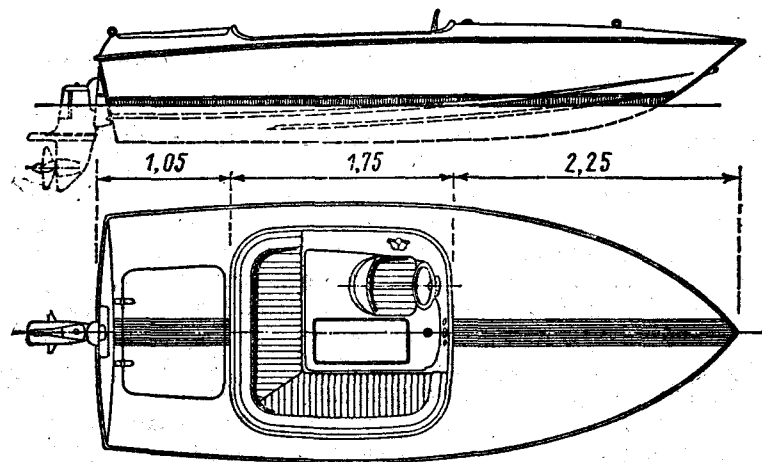


Рис. 77*. «Доунзи». Быстроходный спортивный катер, проект которого разработан Джимом Уинни и Уолтом Уолтерсом (США). Катер оборудован различными стационарными двигателями с Z-образной передачей и может развивать скорость до 78 км/ч.

Длина, м:		
наибольшая	.....	5,05
по КВЛ	.....	4,4
Ширина, м	.....	2,1
Высота борта, м	.....	0,8

разместить в корме сиденья во всю ширину катера. То, что из-за размещения гребного винта за корпусом нижнего редуктора несколько снижается его к. п. д., на таком легком катере не слишком заметно. Однако двигатель может устанавливаться сразу за средней частью катера под ящиком. В этом случае обычный гребной вал выведен в корму. Какому из двух вариантов расположения машинной установки отдать предпочтение, разумеется, — личное дело конструктора. Тем не менее, если в предполагаемом районе плавания преобладают мелкие места и песчаные банки или весьма каменистое дно, где особенно высока опасность поломки гребного винта, то преимущество имеет Z-образная передача на гребной винт. Она особенно рекомендуется в том случае, когда катер должен транспортироваться на прицепе (трейлере). При подъеме или спуске на воду с трейлера перо руля и обычный гребной винт оказываются в постоянной опасности, ломаются.

Обычный валопровод в свободной воде все же имеет значительные преимущества: более высокий пропульсивный коэффициент и длительный срок службы. Использованию водометного движителя посвящен специальный раздел этой книги

Катера, подобные «Доунзи» и «Ирэне», выполняют почти исключительно из стеклопластика большими сериями, но возможна

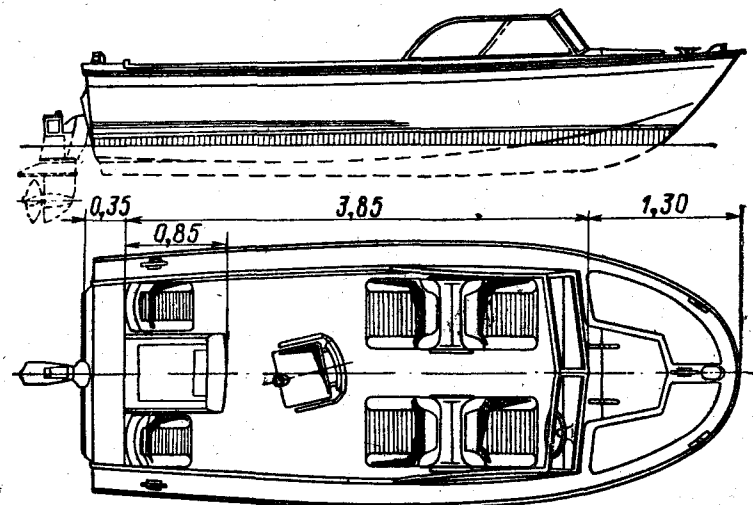


Рис. 78. «Ирэна». Быстроходный спортивный катер с очень большим кокпитом. Передние двоянные сиденья раздвижные и могут быть переоборудованы в койки.

Длина, м:		
наибольшая	.....	5,5
по КВЛ	.....	4,9
Ширина, м	.....	2,2
Высота борта, м	.....	0,9

постройка таких катеров из многослойной фанеры, из дерева или легкого металла.

Несмотря на то что на катере «Сильвия» (рис. 79) видна каюта-убежище, чертеж воспроизводит классические линии открытого прогулочного катера типа «Рунабут», каким он сохранился в течение 40 лет во многих странах мира. Правда, обводы таких катеров стали более современными, скорость повысилась, но расположение осталось неизменным. Прогулочные катера типа «Рунабут» с классическими формами строят чаще в Европе, нежели в США — стране их первоначальной постройки.

Размеры катера — 6,0 × 2,2 м, выбранные в качестве примера, — средние, при которых допускается свободное размещение в переднем кокпите двух рядов мягких сидений. При наибольшей длине корпуса до 5 м еще возможно размещение двоянного ряда сидений. Небольшие прогулочные катера с одиночным рядом сидений могут

быть построены минимальной длиной около 4 м. На рис. 79, а показано классическое расположение катера с двигателем, установленным в корме, и полностью закрытой палубой, на рис. 79, б — расположение рабочего или служебного катера с очень большим от-

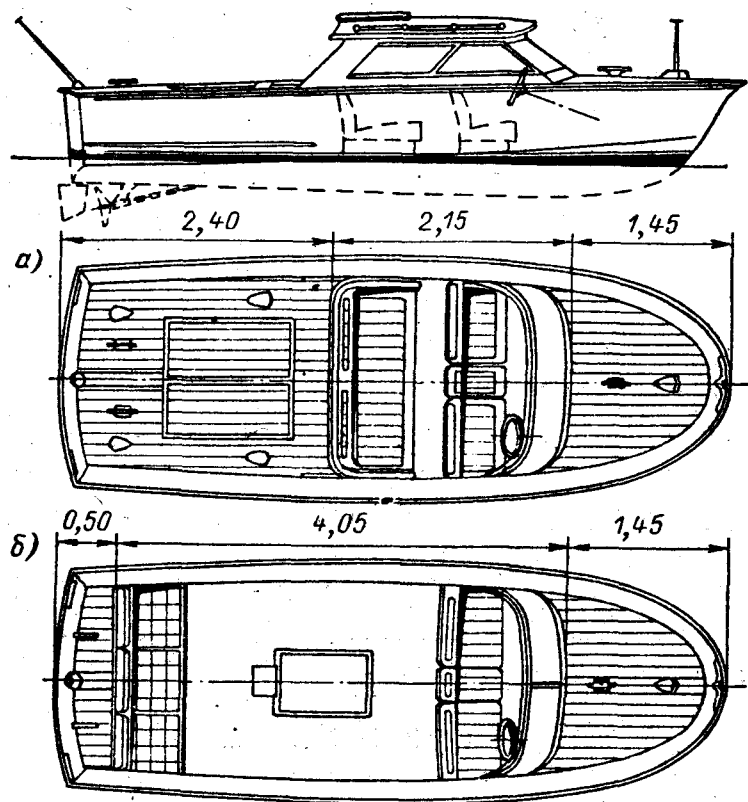


Рис. 79. «Сильвия». Обычный быстроходный служебный или прогулочный катер (выполняется в нескольких вариантах): а — классическое расположение открытого катера; б — расположение служебного катера, который может быть использован для обслуживания водных лыжников и водолазов-спортсменов. На схеме, показывающей вид катера сбоку, видна рубка.

Длина, м:		Ширина, м	2,2
наибольшая	6,0	Высота борта, м	0,95
по КВЛ	5,4		

крытым кокпитом. Особенно ценится большая полезная площадь кокпита при занятиях водными лыжами и подводным спортом. Двигатель в этом случае размещается под съемным ящиком. Чем дальше к носу продвинут двигатель, тем под меньшим углом наклона он устанавливается.

Каюта-убежище заслуживает того, чтобы сказать о ней несколько слов. Кто намерен совершать путешествия независимо от погоды, тот по достоинству оценит такую каюту. Верфь «Баадер» построила большое количество катеров, сходных с катером типа и размеров «Сильвии», почти половина которых представляла собой открытые быстроходные разъездные или спортивные катера. Остальные имели рубки, защищающие от непогоды. В некоторых случаях эти каюты устанавливали дополнительно. Они были особенно пригодны для оборудования открытого кокпита по схеме рис. 79, б, но их часто применяли и при расположении по схеме рис. 79, а с двумя рядами сидений. В последнем случае проход не совсем удобен, поэтому на крыше каюты оборудуют сдвижной люк, на спинку кормового сиденья подвешивают маленький трап; среднюю часть спинки переднего сиденья можно вынимать.

На катере длиной 5,5 м устройство каюты подобной конструкции неприемлемо. Такая каюта более соответствует катеру с корпусом большой ширины и тем лучше вписывается в общую архитектуру катера, чем больше его главные размерения.

У быстроходного катера «Вероника» (рис. 80) размерами 6,5×2,1 прежде всего бросается в глаза необычный складной тент. При наступлении плохой погоды такой тент хорошо защищает открытый катер от ненастья. Но в остальном катер имеет обычные очертания, причем ширина его в сравнении с рассмотренным катером (см. рис. 79) даже меньше.

Расположение кокпита на «Веронике» несущественно отличается от расположения на модели «Сильвия» и только тем (см. рис. 80, б), что впереди устроен второй ряд сидений. При использовании тента следует позаботиться о месте для его хранения в сложенном виде. Поэтому, например, на рис. 80, б за рядами сидений расположен небольшой «мостик», на который кладется убранный тент. В случае расположения по схеме рис. 80, а нужно предусмотреть, чтобы сложенный на кормовой палубе тент не препятствовал открытию люка для обслуживания двигателя. Однако при сильном дожде у тентов всегда обнаруживаются такие места, через которые внутрь катера попадает вода. При быстром ходе ткань тента начинает сильно хлопать; это предупреждает о необходимости уменьшить скорость катера, прежде чем весь тент разорвется от сильного ветра. Все же тент защищает от проливного дождя.

Быстроходные разъездные катера такого размера могли бы оснащаться серийными катерными бензиновыми двигателями почти любой мощности. В реальных условиях редко используют двигатели меньшей мощности, чем 100 л. с., и еще реже — свыше 300 л. с.

При мощности двигателя 100, 150, 200 и 250 л. с. возможна скорость катера соответственно 50, 65, 75 и 82 км/ч. Эти данные определяют предельные значения скорости. В случае же длительных путешествий катер должен идти с меньшей скоростью, состав-

ляющей около 90% приведенных значений. Наиболее экономичной является скорость, уменьшенная приблизительно на 20%. Такая скорость способствует значительной экономии топлива и одновременно существенно увеличивает ресурс двигателя.

На катерах рассматриваемого типа могут быть установлены и дизели, но они имеют больший вес. В каждом случае при установке двигателя следует принимать в расчет его экономичность. Приво-

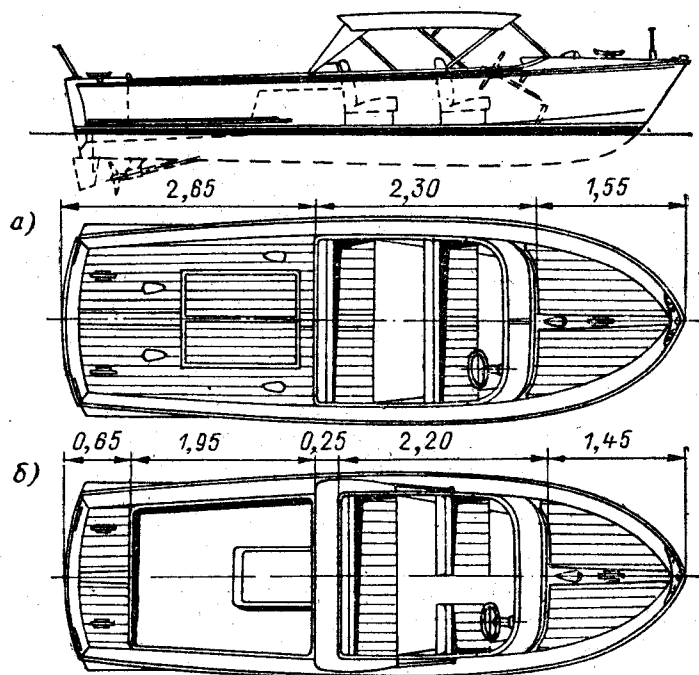


Рис. 80. «Вероника». Быстроходный служебный или прогулочный катер, имеющий просторное расположение: а — обычное, присущее прогулочному катеру; б — характерное для служебного катера. На схеме, показывающей вид катера сбоку, можно видеть складной тент для защиты от ветра и дождя. Небольшая поперечная палуба за сиденьями служит для укладки сложенного тента.

Длина, м: наибольшая 6,5 по КВЛ 5,9
 Ширина, м 2,1
 Высота борта, м 0,95

димая ниже таблица воспроизводит размеры, мощность двигателей и значения скорости открытых спортивных катеров, замеренные на ходовых испытаниях. Эти характеристики можно использовать для оценки скорости и экономичности двигателей, установленных на катерах, имеющих иные размеры и оборудованных двигателями, характеризуемыми другими значениями мощности. Расход топлива дается для $3/4$ предельной скорости, с тем чтобы судить о расходе топлива и емкости топливного бака при длительных переходах.

Проект (тип катера)	Длина, м	Ширина, м	Мощность двигателя, л. с.	Максимальная (предельная) скорость катера, км/ч	Расход топлива при $3/4$ максимальной скорости, л/ч
---------------------	----------	-----------	---------------------------	---	---

Открытые спортивные катера³⁹

«Марион»	4,0	1,6	60	56	10
«Юдифь»	4,75	1,75	100	64	15
«Торпедо»	6,0	1,9	125	60	19
»	6,0	1,9	185	75	28
«Тереза»	7,0	2,0	130	52	20
»	7,0	2,0	210	70	31
«Дорогея»	8,25	2,5	140	51	21
»	8,25	2,5	210	64	31

Катера с каютой-убежищем

«Торпедо»	6,0	1,9	95	54	14
»	6,0	1,9	145	64	22
«Дорогея»	8,25	2,5	140	48	21
»	8,25	2,5	200	58	30

21. Быстроходные катера с каютами

Быстроходные разъездные и прогулочные катера со складным тентом или небольшой каютой-убежищем для защиты от непогоды, показанные в предыдущем разделе, не предназначены для длительного пребывания экипажа на борту судна. Теперь рассмотрим пять катеров, которые нельзя считать быстроходными открытыми катерами, но которые также еще не могут называться и туристскими катерами. Благодаря хорошо продуманным характеристикам, находящимся между характеристиками быстроходных открытых спортивных катеров и туристских катеров с каютами, они завоевывают все большее число сторонников. Использование и устройство катеров в значительной степени зависят от местных условий, так что их подразделяют на катера для внутреннего и прибрежного плавания. Последние претендуют на хорошую приспособленность к различным условиям эксплуатации. При плохой погоде их можно использовать на коротких морских маршрутах.

Катера для внутреннего плавания. На рис. 81 показаны три катера с каютами. Эти катера, строившиеся сериями, оказались пригодными для плавания на реках и озерах и зарекомендовали себя даже лучше, чем обычные катера с каютой-убежищем. Катер, изображенный на рис. 81, а, — наименьший из трех представленных на рис. 81 и имеющих стандартный корпус типа «Каталина». Длина корпуса 6,3 м, ширина 2,3 м.

Размеры корпуса, выполненного из стеклопластика, выбирали такими, чтобы его можно было построить в трех вариантах: как надежный открытый разъездной или спортивный катер, как показанный здесь маленький катер с каютой и как полностью оборудованный туристский моторный катер. Приведенный на рис. 81, а катер «Кэтлин» средних размерений является усовершенствованной конструкцией быстроходного разъездного катера с каютой-убежищем и открытым кокпитом. Вся конструкция катера, включая каюту и палубу, выполнена из стеклопластика. Подобный катер с высокой каютой был построен специально для водной полиции. В этом случае обводы «Каталины» оказались пригодными благодаря мягкому ходу на волне.

На рис. 81, б показан элегантный быстроходный прогулочный катер с каютой и минимальным оборудованием. Он строился одной из верфей небольшими сериями, в запас, чтобы потом по желанию покупателей оборудовать его различными энергетическими установками. Размеры модели «Фернанда» следующие: длина наибольшая 7,4 м, ширина 2,3 м. Если внутреннее устройство планируют как «спартанское», то предусматривают небольшой комод-камбуз, изолированный туалет и два боковых мягких сиденья для отдыха в ночное время. Все катера типа «Фернанда» имеют два поста управления, т. е. «автомобильное» рулевое колесо в каюте и штурвал в открытом кокпите. Благодаря полукруглым носовым окнам каюты водитель получает возможность хорошего обзора.

На катерах рассматриваемого типа можно устанавливать следующие главные механизмы:

- 1) бензиновый двигатель (в корме) мощностью 185 л. с. с угловой передачей;
- 2) двигатель такого же типа, но мощностью 300 л. с.;
- 3) обычную моторную установку, как это показано на рис. 81, б, где бензиновый двигатель мощностью 185 л. с. находится в передней части кокпита и работает через редуктор на вал гребного винта, выходящий в корму;

4) подобную же энергетическую установку с двигателем мощностью 300 л. с., однако без редуктора, чтобы не увеличивать диаметра гребного винта.

Дизельные двигатели на этих сравнительно легких катерах не устанавливали и размещение двигателя с Z-образной передачей в корме не проверяли.

Проект быстроходного катера «Дорадо» возник на основе корпуса многократно строившегося на нашей верфи быстроходного

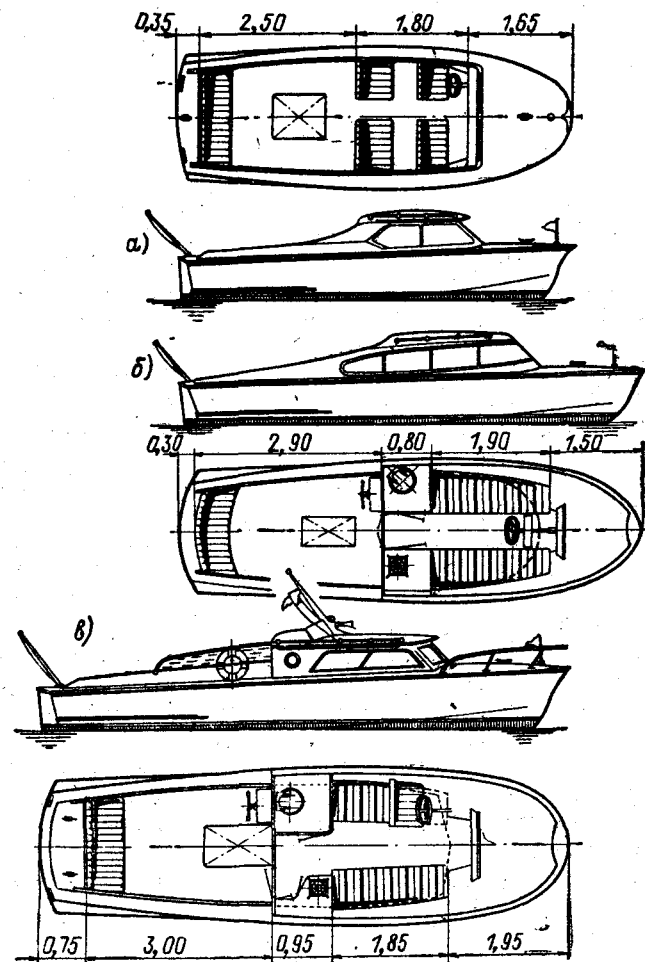


Рис. 81. Три катера с каютами: а — «Кэтлин»; б — «Фернанда»; в — «Дорадо». Эти катера еще не могут характеризоваться как туристские.

	«Кэтлин»	«Фернанда»	«Дорадо»
Длина, м:			
наибольшая	6,3	7,4	8,5
по КВЛ	5,8	6,9	7,9
Ширина, м	2,3	2,3	2,5
Высота борта	1,0	1,05	1,1
Водоизмещение без пассажиров, м ³	1,3	1,6	2,0

открытого разъездного катера «Доротея». В Аргентине большие пространства простираются по берегам многочисленных рукавов рек обширного и многоводного бассейна Параны. И вот там одному землевладельцу захотелось приобрести быстроходный катер с хорошей обитаемостью, оборудованный для длительного путешествия. В результате появился небольшой быстроходный туристский катер «Дорадо» размером 8,5×2,5 м. На катере были оборудованы внутренний и внешний посты управления, что позволило совершать разезды по поместью независимо от погоды. Благодаря тому, что на Паране господствует мягкий климат, управление катером осуществлялось в основном из кокпита. Внутренним постом управления пользовались только во время холода и дождя.

У внутреннего поста управления предусмотрено съемное кресло для рулевого. Поэтому на левом борту может быть размещена полноразмерная койка, такая же, как на правом борту. Место для приготовления пищи и туалет имеют вполне приемлемые размеры. Высота каюты равна 1,65 м. Хотя в этой каюте нельзя еще встать в полный рост, она все же больше, чем на маленьком катере «Фернанда».

Размещением двигателя в передней части длинного открытого кокпита при сохранении прохода в каюту достигается правильная установка двигателя с умеренно наклоненным валопроводом.

22. Мореходные открытые спортивные катера с укрытием (каютой-убежищем)

Во многих странах водно-моторный спорт в большей части развивается на открытых незащищенных морских побережьях. Это касается прежде всего США, Австралии, Новой Зеландии и Бразилии. Путешествия по морю имеют необыкновенную прелесть, потому что на море чаще бывает хорошая погода, нежели штормовая. Однако нужно быть готовым к непредвиденному возникновению волнения. К этому более всего подготовлен катер типа «Александра». Со своим большим открытым кокпитом он похож на обычный быстроходный разъездной или спортивный катер. Основные достоинства катера (рис. 82) — хорошая мореходность, которая достигается прежде всего за счет повышенного надводного борта, большая ширина корпуса и надежная защита от ветра и водяных брызг. Катер имеет наибольшую длину 7,8 м и ширину 2,8 м.

Высокий надводный борт сочетается с небольшой носовой каютой-убежищем — практическим устройством, защищающим от дождя. На рис. 82, а и б показаны две различные планировки катера (вид сбоку). К числу достоинств проекта, изображенного на рис. 82, а, следует отнести большие окна каюты, что несом-

ненно означает удобство и уют. Во всяком случае светлое удобное место для приготовления пищи будет воспринято с большим удовлетворением. Обе планировки катера предусматривают небольшое место для туалета, отсутствие которого особенно заметно на от-

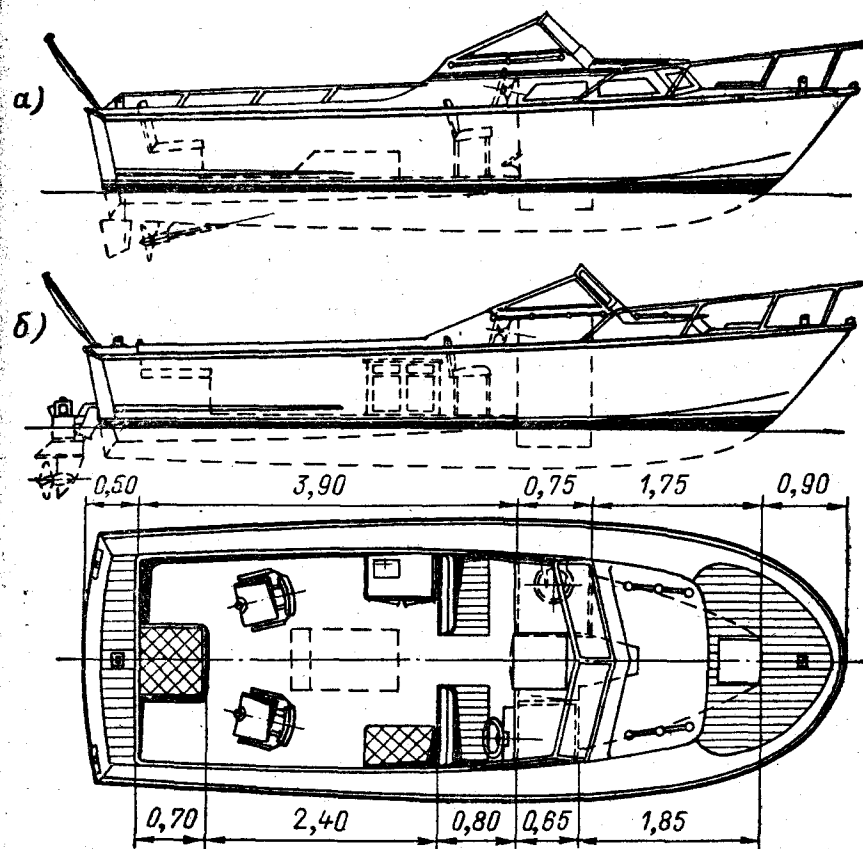


Рис. 82. «Александра». Большой мореходный катер, чаще всего открытый спортивный. Примечательны его особенности: передняя каюта позволяет иметь минимум оборудования; достаточный надводный борт и высокое ветровое стекло служат хорошей защитой для поста управления и кокпита; двигатель можно устанавливать двумя различными способами, как это показано на схемах а и б.

Длина, м:		Высота борта, м	1,18
наибольшая	7,8	Осадка, м	0,7
по КВЛ	6,8	Водоизмещение, м ³	2,4
Ширина, м	2,8		

крытых спортивных катерах. Поэтому, если на катере есть хотя бы маленький туалет, то это означает, что можно увеличить дальность плавания. На рис. 82, б каюта очень невелика; места для приготовления пищи и ночного отдыха продуманы не окончательно.

Обе планировки пригодны в основном для спортивных походов катеров в прибрежных водах. Спортсмены-подводники едва ли могут пожелать себе другой катер. Для рыбаков-спортсменов на катере имеются два специальных кресла с вращающимися и одновременно качающимися сиденьями. Несомненно хорошо и то, что в инвентарь катера включена небольшая приставная лестница для купальщиков, ступеньки которой должны уходить под воду на 50—60 см.

На катере применяют двигатель, установленный в кокпите, с обычным расположением вала и гребного винта, или двигатель, расположенный в корме, с Z-образной передачей. Нужно беспристрастно оценить условия эксплуатации катера, чтобы выбрать оптимальный вариант двигателя. Если придется часто перевозить катер по суше и транспортировать на трейлере (прицепе), то в этом случае следует отдать предпочтение двигателю с Z-образной передачей. Такой же двигатель целесообразен при эксплуатации катера в водах с каменистыми и труднопроходимыми зонами. Если требуется экономичность и скорость, то целесообразна установка с обычным расположением гребного вала и винта.

23. Малые катера для спортивной ловли рыбы

На побережьях США широко распространена спортивная ловля рыбы. Более всего пригоден для этой цели небольшой катер типа «Барракуда» (рис. 83) с интересными характеристиками. При наибольшей длине корпуса только 8,6 м, но достаточно большой ширине (3,2 м) на крыше каюты удалось установить мостик с постом управления, откуда обеспечивается превосходный обзор мест рыбной ловли.

Высоко расположенный пост управления получил несомненное признание. Его устанавливают даже на коротких катерах с наибольшей длиной около 7 м. Катера этого типа, с небольшими изменениями, поставляются различными катеростроительными верфями. Схема катера «Барракуда» — обобщение большого числа таких стандартных моделей. На этой схеме рулевое устройство размещено в каюте (рубке). Однако есть катера, на которых отказываются от этого вторичного поста управления. В носовой части катера имеются две спальные койки. Под ними в каюте встроен унитаз. Если отказаться от одного спального места, то можно предусмотреть небольшой изолированный туалет.

Сравнивая этот катер со всеми катерами, показанными ранее, обращаем внимание прежде всего на его большие ширину и общую высоту. Однако это не должно оказывать заметного влияния на отношение длины к ширине, а следовательно, на остойчивость и мореходные качества катера. Необходимая ширина катера в значи-

тельной мере зависит от его высоты, поэтому здесь и была выбрана особенно большая ширина — 3,2 м.

На рис. 83 показано, что в передней части кокпита, под гладким сплошным настилом, установлено два двигателя. Нередко применяют двигатели с Z-образными передачами; экономичная установка из одного двигателя также имеет своих сторонников. Можно устанавливать и бензиновые двигатели, и дизели умеренной мощности.

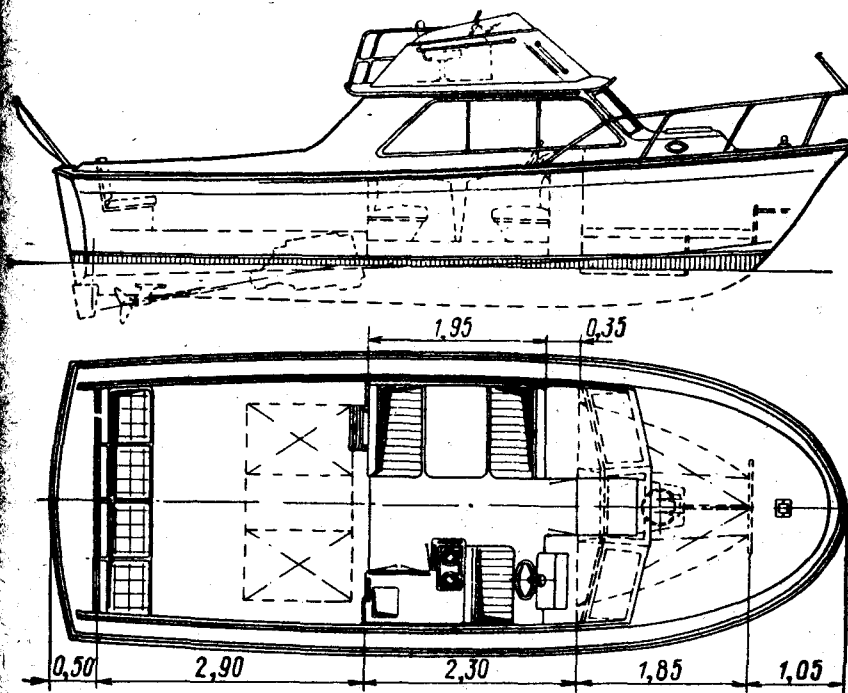


Рис. 83. «Барракуда». Небольшой спортивно-рыболовный катер со вторым постом управления на крыше рубки.

Длина, м:			Высота борта, м	1,35
— наибольшая	8,6		Осадка, м	0,7
по КВЛ	7,4		Водоизмещение, м ³	3,6
Ширина, м	3,2			

В средней части катера у правого борта предусмотрено маленькое, но действительно удобное место для приготовления пищи. На левом борту размещается столик на 4 персоны. Его можно складывать и хранить между сиденьями. Откинув спинку сиденья, нетрудно устроить широкую двухспальную койку. Следовательно, на судне с учетом двух V-образных коек в носовой каюте 4 места пригодны для ночного отдыха.

Носовая каюта сзади закрыта, а главная открыта со стороны кокпита. К внешнему посту управления, расположенному на

крыше главной каюты, ведет трап. По всей длине катера обеспечен удобный проход. Для безопасного прохода на надстройке предусмотрены поручни, а на носу катера — леерные ограждения.

Примерные значения мощности катеров

Проект (тип катера)	Длина, м	Ширина, м	Мощность двигателя, л. с.	Максимальная скорость катера, км/ч	Расход топлива при $\frac{3}{4}$ максимальной скорости, л/ч
«Кэтлин»	6,3	2,3	120	50	18
»	6,3	2,3	185	58	28
«Фернанда»	7,4	2,3	185	50	28
»	7,4	2,3	2×120	54	36
»	7,4	2,3	300	64	44
«Дорадо»	8,5	2,5	140	44	21
»	8,5	2,5	185	50	28
«Александра»	7,8	2,8	185	45	28
»	7,8	2,8	275	55	41
«Барракуда»	8,6	3,2	275	50	41
»	8,6	3,2	2×185	57	56

Насколько общие характеристики скорости могут зависеть от неблагоприятных факторов, иллюстрируется следующим примером. Одно ведомство нуждалось в 12 катерах длиной немного более 8 м для службы надзора на больших реках. Оно представило чертеж, который предусматривал упрощение моделей «Дорадо» и «Барракуда». Кроме главных размерений для всех 12 катеров были определены основные значения толщины материалов, предусмотрены одинаковые двигатели. Заданная скорость при установке 60-сильного бензинового двигателя казалась вполне достижимой. На этих условиях по заказу были получены партии по 6 катеров от двух соседних катеростроительных верфей.

Первый катер, подготовленный к приемке на одной из двух верфей, достиг скорости 24 км/ч, и заинтересованные лица были вполне удовлетворены. Спустя две недели на втором катере постройки той же верфи снова была зафиксирована такая скорость.

Затем появился первый катер второй конкурирующей верфи. Поскольку полученная скорость едва достигла 16 км/ч, решили, что в гребном винте не все в порядке и провели его обмеры. Гребной винт неоднократно меняли; больше обычного полировали днище катера (повышали обтекаемость дейдвуда), а также кронштейн гребного вала и пера руля. Наконец провели ходовые испытания с представителем заказчика. Однако увеличить скорость

свыше 16 км/ч не удалось. Заказчик отказался от катера, потому что все катера, поставленные первой верфью, развивали в среднем на 20% большую скорость, чем гарантированная. Ни вес катера, ни частота вращения двигателя, ни гребной винт не были причиной снижения скорости. Виной всему оказались принятые второй верфью округлые обводы днища в кормовой части катера. Они полностью соответствовали умеренной скорости — до 16 км/ч, но для гарантированных верфью более высоких значений скорости были неприемлемы.

Из приведенного примера видно, что нельзя просто пользоваться числовыми значениями, указанными в таблицах, или воспринимать их как основание для гарантии. Только тщательно выполненные расчеты, правильный выбор обводов катера и энергетической установки позволяют решить, какая скорость ожидается в каждом конкретном случае. Ошибка, допущенная при выборе обводов катера, может свести к нулю любой расчет⁴⁰.

24. Малые туристские катера

По мере того как переполняются автомашинами шоссе и дороги и доступные для сухопутного транспорта места отдыха, увеличивается стремление проводить каникулы и отпуска на воде. Там, где текут тихие реки, есть маленькие озера, живописные заливы, где дремлют задумчивые воды, там двое людей или семья со своим потомством могут совершать путешествия на маленьких туристских катерах (рис. 84—88).

Само название «туристский» показывает, что катер рассчитан на многодневные путешествия, а поэтому должен иметь некоторые удобства и комфорт. На туристском катере должны быть оборудованы, по крайней мере, две спальные койки, простейший камбуз и туалет. Такого рода небольшие катера показаны на рис. 89.

Размерения указанных на рисунках катеров проверены. Такие размерения имеют многие строящиеся катера. Катера подобного типа характеризуются в принципе одинаковым общим расположением: к носу размещены койки, в корме — большой открытый кокпит, около средней переборки — камбуз и туалет. Такое расположение соответствует наилучшему использованию помещений и удобному образу жизни на борту катера, но не является единственно реальным. Можно, например, вынести каюту в корму, а кокпит на нос катера, с тем чтобы сделать койки более широкими и удобными. Приемлемо ли это? С одной стороны, выдвинутый вперед кокпит, на котором приятно проводить время, должен иметь надежную защиту от ветра и брызг. С другой стороны, в каюте ни к чему шум работающего двигателя. Логическое рассуждение приводит поэтому к классическому расположению. Все же каждому любителю водного спорта предоставляется свободный выбор вариантов расположения.

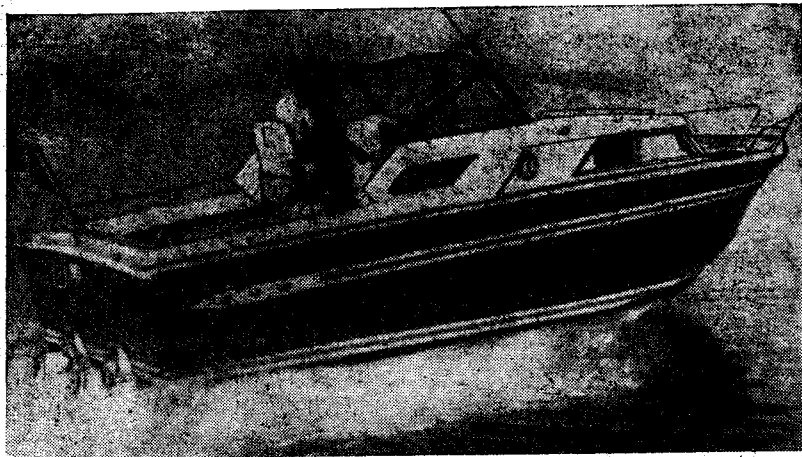


Рис. 84*. Быстроходный туристский катер «Бора GT-300» длиной 8,2 м. Серийно изготавливается из стеклопластика на итальянской верфи в Триесте. Катер имеет два двигателя с Z-образной передачей, каждый мощностью от 130 до 165 л. с., скорость от 48 до 59 км/ч.

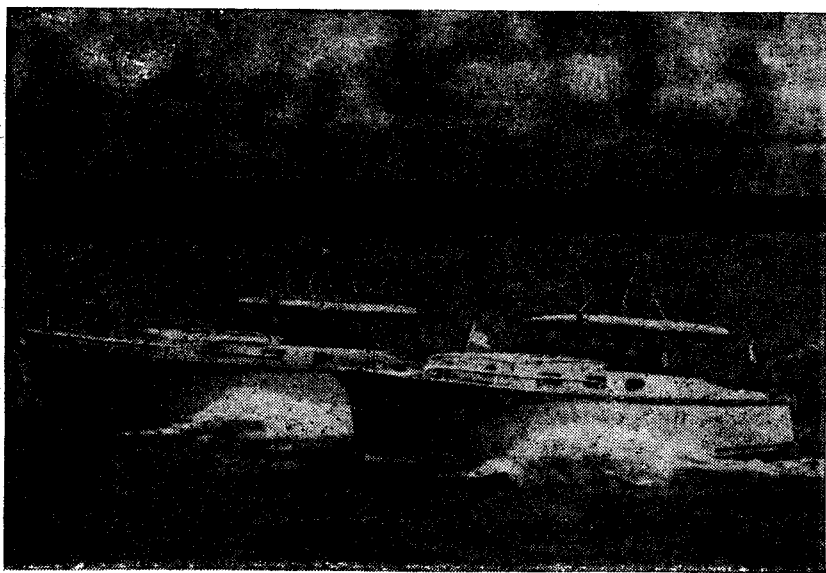


Рис. 85*. Два быстроходных туристских катера типа «Диана» в дельте Параны около Буэнос-Айреса. На них установлены двигатели мощностью 90, 140 или 185 л. с., которые развивают скорость соответственно 30, 36 и 41 км/ч.

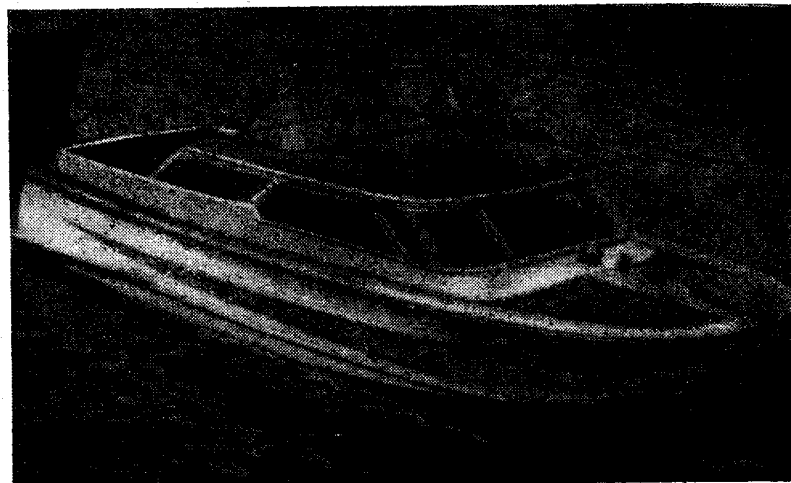


Рис. 86*. Быстроходный катер из стеклопластика с закрытой рубкой и стационарным двигателем мощностью 185 л. с. Длина катера «Данило» 6,3 м, ширина 2,3 м, скорость на полном ходу 46 км/ч.



Рис. 87*. Открытый мореходный спортивный катер с небольшой каютой-убежищем (модель «Эвенжер»), построенный на верфи «Пенн Ян». Катер длиной 7 м может быть оборудован двигателем «Крайслер-V-8» мощностью 225 или 260 л. с.

На рис. 89, а видно, что размеры катера можно значительно уменьшить. Очень маленький туристский катер «Тролл» имеет длину всего 5,5 м, которой вполне достаточно для пребывания на его борту в течение нескольких дней, хотя и в условиях ограниченных удобств. Конечно, совершать путешествия можно и на еще меньших, даже открытых или полужакрытых катерах, ведя спар-

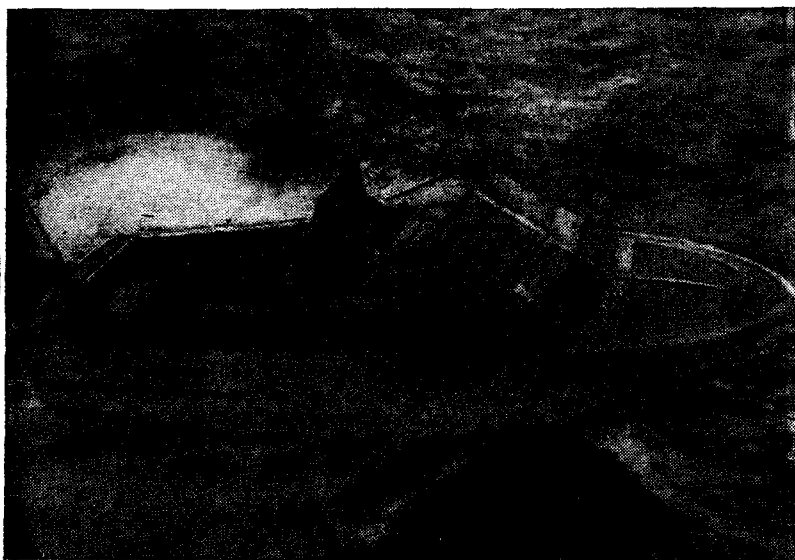


Рис. 88*. «Коронет Уикэндер-24» с одним двигателем мощностью 150 л. с. или двумя двигателями мощностью по 120 л. с. типа «Волво-Пента Акватик». В каюте-убежище предусмотрены две спальные койки и закрытый туалет. Длина катера 7,32 м, ширина 2,44 м, скорость до 48 км/ч.

танский образ жизни, но такие катера все же нельзя называть туристскими.

Еще недавно наибольшая длина 7 м считалась минимальной для туристского катера. Как видим, теперь можно построить небольшой красивый туристский катер и размером 5,5×2,2 м. Каюта — без переборок, все необходимое — минимальных размеров. Действительно комфортабельным является только кокпит. Понятное искушение укоротить кокпит в пользу каюты сказало бы на размещении двигателя. Впрочем, в этом случае можно применить Z-образную передачу на винт.

Благодаря косому расположению койка длиной 1,75 м практически составляет 1,8 м. Часть пространства между койками закрывается наполнителем, так что койки становятся более широкими. Площадь места для приготовления пищи вполне достаточная — 0,65 м, но туалет очень тесный. Место поста управления имеет

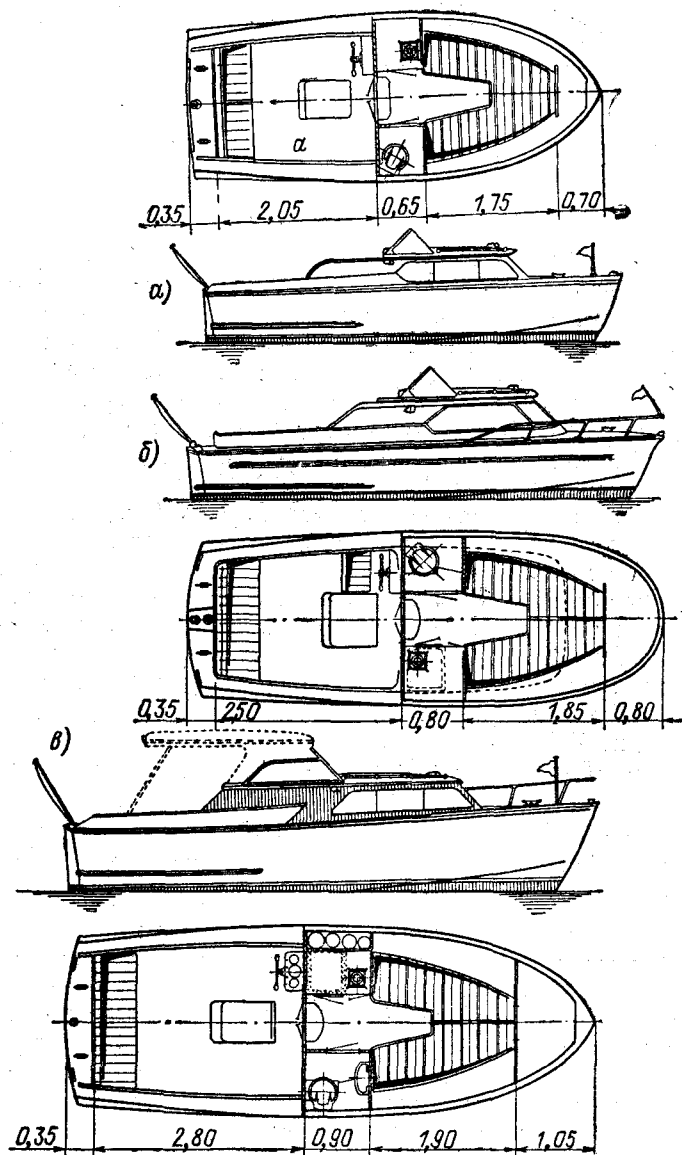


Рис. 89. Три небольших прогулочных катера со стационарными двигателями: а — «Тролл»; б — «Данило»; в — «Бойеро».

	«Тролл»	«Данило»	«Бойеро»
Длина, м:			
наибольшая	5,5	6,3	7,0
по КВЛ	5,1	5,8	6,45
Ширина, м	2,2	2,3	2,5
Осадка, м	0,5	0,55	0,6
Высота борта, м	1,0	1,1	1,2
Водоизмещение без пассажиров, м ³	1,1	1,4	1,6

хороший обзор и защищено ветровым козырьком (стеклом). Хорошая остойчивость и ручные поручни на крыше каюты способствуют тому, что до передней палубы можно добраться без какого-либо риска.

Увеличение длины катера не более чем на 0,8 м позволяет улучшить его общее расположение (см. рис. 89, б). Размеры катера «Данило» (6,3×2,3 м) аналогичны размерам туристского катера «Кэтлин», выполненного из стеклопластика (см. рис. 81). Большое количество построенных катеров типа «Данило» оправдали себя в условиях эксплуатации при среднем волнении. Некоторые из них были оснащены необычно мощными двигателями и развивали такую скорость, которая в течение нескольких лет не могла быть достигнута на катерах, имеющих столь незначительные размеры.

В результате увеличения длины и ширины «выигрывает» место для приготовления пищи (например, за счет размещения холодильника), а также туалет (он становится удобным для людей нормального телосложения).

Туристский катер «Бойеро», показанный на рис. 89, в, длиной 7 м и шириной 2,5 м строили серийно. Своеобразно то, что по сравнению с небольшим катером «Данило» здесь часто устанавливали маломощные двигатели. При выборе одного из двух катеров (см. рис. 89, б и в) следует руководствоваться только личными соображениями. Затрачивая приблизительно равные денежные средства, получают либо тесный катер, рассчитанный на большую скорость, либо комфортабельный катер, менее быстроходный, но не тихоходный!

При постройке туристского катера «Бойеро-Кройцер» из многослойной фанеры вес его значительно уменьшился, в результате возросла быстроходность. Таким образом, комфортабельность стала сочетаться с экономным расходом топлива. Размер камбуза

Примерные значения мощности катеров

Проект (тип катера)	Длина, м	Ширина, м	Мощность двигателя, л. с.	Максимальная скорость катера, км/ч	Расход топлива при 1/2 максимальной скорости, л/ч
«Тролл»	5,5	2,2	25	22	4
»	5,5	2,2	60	30	10
«Данило»	6,3	2,3	120	38	18
»	6,3	2,3	185	46	28
«Бойеро»	7,0	2,5	25	20	4
»	7,0	2,5	60	28	10
»	7,0	2,5	120	36	18

допускает размещение мойки, а туалет становится достаточно просторным, так что в нем можно установить умывальник.

Если длина корпуса моторного туристского катера достигает 7 м, то над постом управления делают прочную крышу, как это показано пунктирными линиями на рис. 89, в. И тогда оказывается совсем несложно защитить весь кокпит тентом. Появляется также возможность оборудования в кокпите еще трех дополнительных спальных мест, а именно: двух надувных матрацев на полу, а также на поперечной банке в корме.

Такого рода небольшие туристские моторные катера обычно имеют остроскулые обводы корпуса, позволяющие увеличить размер внутренних помещений, а при использовании мощных двигателей достичь высокой скорости. Улучшенные V-образные обводы также положительно влияют на мореходность катера и дают возможность избежать жестких динамических ударов, присущих старым типам остроскулых обводов.

25. Средние туристские катера

Различие между коротким и широким или длинным и узким катером иллюстрируют различные по размеру туристские катера, изображенные на рис. 90. Все три катера имеют равные кубические модули. Произведение средней длины катера ⁴¹ на ширину по наружной обшивке и на высоту борта во всех трех случаях равно, как это показано ниже, 40 м³:

Проект (тип катера)	Длина, м	Ширина, м	Высота, м	Объем, м ³
«Флорида»	7,95	3,35	1,5	40
«Калифорния»	8,92	3,03	1,48	40
«Кристина»	9,85	2,8	1,45	40

Поскольку на указанных катерах устанавливают равноценные энергетические установки и устройства, то при одинаковых кубических модулях должна быть также эквивалентной и стоимость их постройки. В этом есть доля истины, но при составлении подробной калькуляции стоимость длинного и узкого катера оказалась несколько выше, чем короткого и широкого.

На катерах, представленных на рис. 90, а и б, — типично американские формы и пропорции; в то время как катер, показанный на рис. 90, в, является прямой противоположностью двух предыдущих катеров и отражает европейские вкусы.

Туристский катер «Флорида» (см. рис. 90, а) значительно превышает размеры самого большого из трех катеров «Бойеро», показанных на рис. 89. Имея наибольшую длину 8,5 м и ширину 3,35 м,

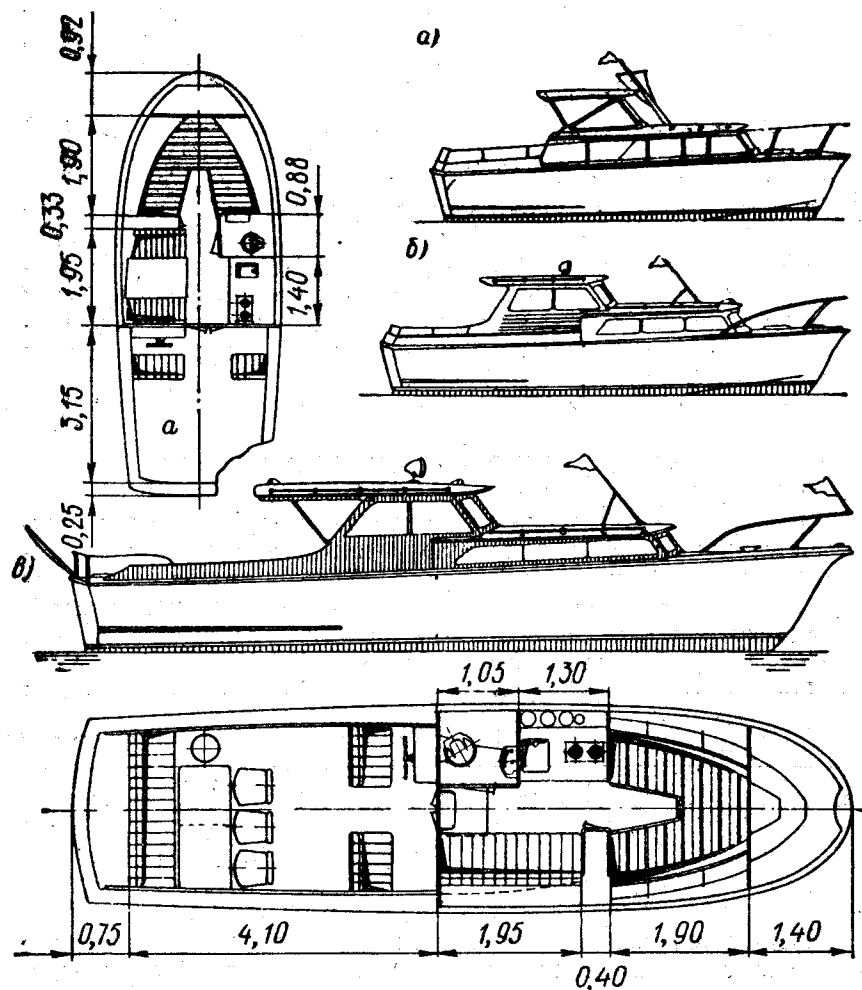


Рис. 90. Три быстроходных туристских катера среднего размера: а — «Флорида»; б — «Калифорния»; в — «Кристина».

«Флорида» «Калифорния» «Кристина»

Длина, м:	«Флорида»	«Калифорния»	«Кристина»
наибольшая	8,5	9,5	10,5
по КВЛ	7,5	8,4	9,25
Ширина, м	3,35	3,03	2,8
Высота борта, м	1,5	1,48	1,45
Водоизмещение без пассажиров, м ³	4,8	4,6	4,7

катер располагает всем необходимым для обитания четырех человек. В носовой каюте установлены две обычные V-образные койки, далее у левого борта находится обеденный уголок, который на ночь можно преобразовать в двухспальную койку. Кроме того, на катере предусмотрены камбуз, оборудованный мойкой и холодильником, а также достаточный по размерам туалет.

В передней части просторного кокпита расположен пост управления, который может быть открытым или полузакрытым. Сиденье для рулевого часто делают широким, для двух человек. Противоположное одиночное сиденье хорошо защищено от непогоды и одновременно обеспечивает отличный обзор.

Благодаря большой ширине корпуса на бортовой палубе можно высвободить место для поручней, проходящих от носа до кормы катера. Небольшой защитный тент, примыкающий к ветровому стеклу, служит необходимой опорой для того, чтобы остальную часть кокпита закрыть солнечным тентом. Кроме того, в случае надобности кокпит может быть полностью закрыт боковинами тента (например, когда запасные спальные места оборудуют на ночь). В коротком и широком катере очень много полезной жилой площади!

Следующий по размеру катер (см. рис. 90, б), названный «Калифорния», имеет наибольшую длину 9,5 м. Ширина его значительно — 3,03 м. Катер мало чем отличается от показанного на рис. 90, а. Увеличенная длина катера позволяет разместить шкаф; остальную площадь целесообразно использовать для кокпита. Несмотря на умеренную ширину катера по всему борту предусмотрено леерное ограждение, однако целесообразно снижение леера к рубке для увеличения ее ширины.

По сравнению с приведенными выше туристскими катерами катер, названный «Кристина», необычайно строен. При наибольшей длине корпуса 10,5 м ширина составляет 2,8 м. Рассмотрение чертежа производит обманчивое впечатление, потому что ширина 2,8 м обеспечивает катеру хорошую остойчивость и одновременно позволяет удобно разместить жилые помещения. Однако общее расположение стройной «Кристины» несколько изменено.

Удлиненная крыша рулевой рубки хорошо защищает кокпит от непогоды и дает возможность отказаться от устройства обеденного уголка на 4 персоны, с тем чтобы установить здесь обеденный стол на 6 или даже 7 человек. В каюте у правого борта находится диван, который на ночь раскладывается в два спальных места, расположенных одно под другим.

Многие детали трех вариантов расположения взаимозаменяемы. Сопоставим мощность и скорость этих катеров, имеющих равные объемные характеристики. Цифровые данные не должны рассматриваться как гарантированные, потому что обводы и относительная мощность различно сказываются на результатах. Так, на коротких и широких катерах часто применяют гребной винт слишком малого диаметра, чтобы исключить чрезмерный наклон дви-

гателя. В результате энергетическая установка имеет низкий к. п. д., а это обуславливает меньшую скорость и соответственно больший расход топлива. На опасность избыточного дифферента на корму указывалось ранее.

Примерные значения мощности катеров

Проект (тип катера)	Длина, м	Ширина, м	Мощность двигателя, л. с.	Максимальная скорость катера, км/ч	Расход топлива при 3/4 максимальной скорости, л/ч
«Флорида»	8,5	3,35	120	28	18
»	8,5	3,35	185	36	28
»	8,5	3,35	2×185	50	56
«Калифорния»	9,5	3,03	120	30	18
»	9,5	3,03	185	36	28
»	9,5	3,03	2×185	50	56
«Кристина»	10,5	2,8	120	33	18
»	10,5	2,8	185	39	28
»	10,5	2,8	2×185	48	56

Если вместо указанных бензиновых двигателей установить дизель, то добиться таких высоких значений скорости уже не удастся. Все же выбор легких быстроходных дизелей, которые могут быть установлены на катерах длиной менее чем 10 м, вполне достаточный. В наиболее благоприятных условиях, естественно, находится длинный катер «Кристина»; для катеров с коротким корпусом часто выбирают V-образную передачу на винт, равным образом работающую и с дизелями. При установке дизелей ожидают следующие значения скорости и расхода топлива:

Проект (тип катера)	Мощность двигателя, л. с.	Скорость катера, км/ч	Расход топлива, л/ч
«Флорида»	60	18	6
»	120	24	12
«Калифорния»	60	20	6
»	120	27	12
«Кристина»	64	24	6
»	120	32	12

Почти всегда вес более тяжелых дизелей влияет на скорость в большей степени, чем вес бензиновых двигателей. Поэтому приведенные выше значения должны приниматься в расчет только как

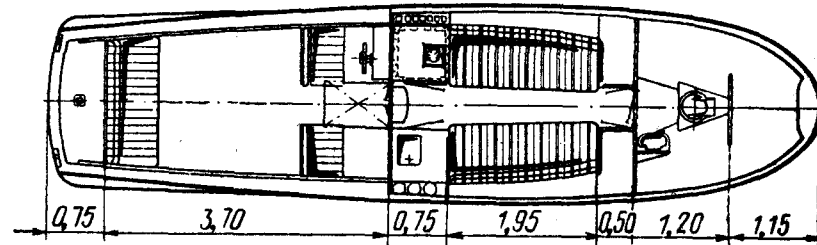
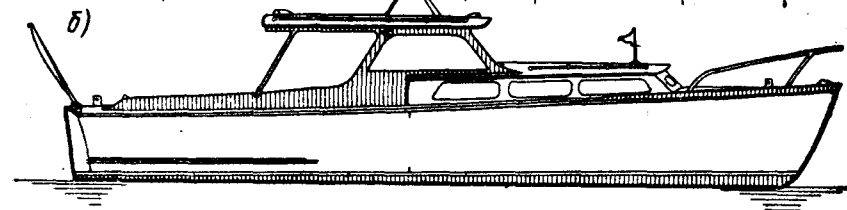
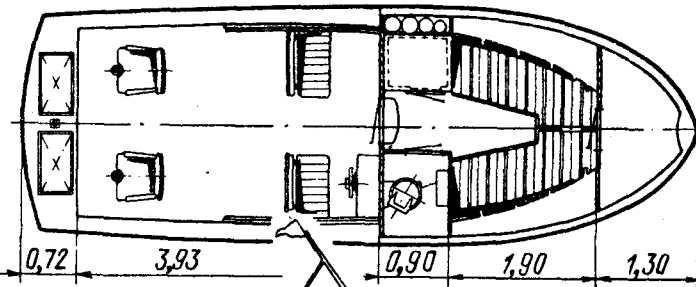
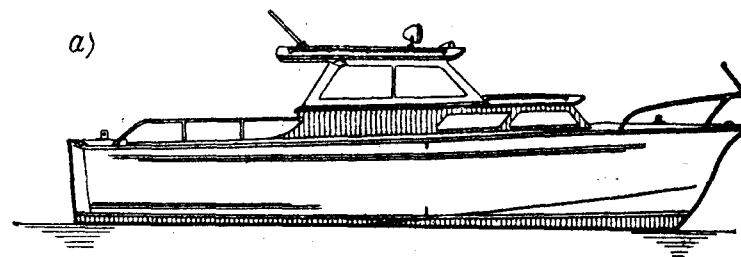


Рис. 91*. Короткий и широкий катер «Кариока», длинный и узкий катер «Диана». Оба катера строят в большом количестве.

Длина, м:	«Кариока»	«Диана»
наибольшая	8,75	10,0
по КВЛ	7,7	9,15
Ширина, м	3,05	2,5
Осадка, м	0,78	0,72
Высота борта, м	1,46	1,35
Водоизмещение без пассажиров, м³	4,0	3,7

исходные. Действительные результаты могут быть выше или ниже ожидаемых, поскольку при определении значений, указанных в таблице, не учитывали частоту вращения и коэффициенты полезного действия гребных винтов. Короткий и широкий корпус реагирует в этом отношении ошутимее, чем длинный и узкий⁴².

Сравнение длинного и узкого катера с коротким и широким настолько важно, что представляет большой интерес сопоставить результаты испытаний катеров, изображенных на рис. 91. Более короткий катер «Кариока» выполнен с остроскулыми обводами, а длинная «Диана» — с округлыми. Следовательно, сравниваются также обводы этих катеров.

В Рио-де-Жанейро, в чудесном морском заливе Гуанабара, находится гавань для стоянки яхт и катеров. Катера, плавающие в этом необычайно привлекательном районе, должны иметь хорошие мореходные качества. С учетом этого был построен катер «Кариока» размером 8,75×3,05 м, предназначавшийся для спортивной ловли рыбы. Два бензиновых двигателя, установленных на «Кариоке», каждый по 210 л. с., обеспечивали энергетической установке необходимую мощность. Катер «Диана», более длинный и узкий, в течение нескольких лет строили сериями для обширного бассейна дельты Параны, а также Рио-де-Ла-Платы. При обычном расположении, вероятно, достаточной была бы длина катера 8 м. Для «Дианы» характерны 10-метровая длина, острые обводы. Катера, плавающие по узким притокам Параны, не должны создавать большую волну, чтобы не подвергать опасности другие катера, ошвартованные у берегов, и не размывать укрепления берегов. Для таких условий наиболее пригодны катера с плавными округлыми обводами. Существенное преимущество этих катеров заключается в их ходкости и в уменьшенном расходе топлива. При частых переходах по Ла-Плате, чьи берега вблизи Буэнос-Айреса расходятся километров на 30, хорошие мореходные качества катеров полностью подтвердились. Несмотря на незначительную ширину

Примерные значения мощности катеров

Проект (тип катера)	Длина, м	Ширина, м	Мощность двигателя, л. с.	Максимальная скорость, км/ч	Расход топлива при 3/4 максимальной скорости, л/ч
«Кариока»	8,75	3,05	140	34	21
»	8,75	3,05	185	38	28
»	8,75	3,05	2×210	58	62
«Диана»	10,00	2,50	90	30	15
»	10,00	2,50	140	36	21
»	10,00	2,50	185	41	28

корпуса, при низком расположении составляющих веса на этих катерах можно добиться вполне приемлемой остойчивости. Чертеж общего расположения (см. рис. 91) дает хорошее представление о рассматриваемом проекте⁴³.

26. Пять вариантов общего расположения в 11-метровом корпусе

Серийное производство снижает стоимость. Это не зависит от того, изготавливают ли катера с металлическими или деревянными корпусами на кустарных верфях или с корпусами из стеклопластика промышленными методами. В последнем случае высокая стоимость оснастки окупится тем, что на одной матрице можно будет отформовать не менее восьми корпусов.

Если деревянные или металлические корпуса строят серийно ручным способом, то и тогда по сравнению с единичной постройкой достигается значительная экономия средств. Поэтому часто для одного базового корпуса разрабатывается много вариантов надстроек.

На рис. 92, *a—д* показаны пять существенно разных вариантов катера с наибольшей длиной 11,2 м и шириной 3 м.

Под общим названием «Риомар» построено в достаточном количестве четыре таких варианта. То, что вариант, представленный на рис. 92, *в*, не заказывался — чистая случайность; в нем много полезного.

Название катера «Риомар» означает «Река и море». Многие такие катера успешно эксплуатируются на море. Особенно хороши варианты *a* и *д* — не столько вследствие присущего им общего расположения, сколько из-за их спортивного назначения. Существенное различие вариантов состоит в размещении поста управления и в общем расположении кормовой части катера: *a*, *б* и *в* предусматривают большой кокпит (до транца); *г* и *д* — кормовую каюту. Каждый вид общего расположения имеет свои преимущества, но, вероятно, и недостатки. На рис. 93, *a* жилая главная каюта находится у входного трапа (рис. 93); камбуз и туалет в противоположность всем приведенным ранее схемам общего расположения продвинуты вперед. В главной каюте предусмотрены три спальных места: одно откидное на правом борту и двуспальная койка, образуемая из двух угловых сидений и стола.

Схема общего расположения, показанная на рис. 93, *б*, имеет сходство с приведенной выше, но в этом случае камбуз и туалет оборудованы прямо у входного трапа в средней части судна. В кормовой части кокпита установлен второй обеденный стол, который может быть защищен от солнечных лучей или дождя при помощи водонепроницаемого тента.

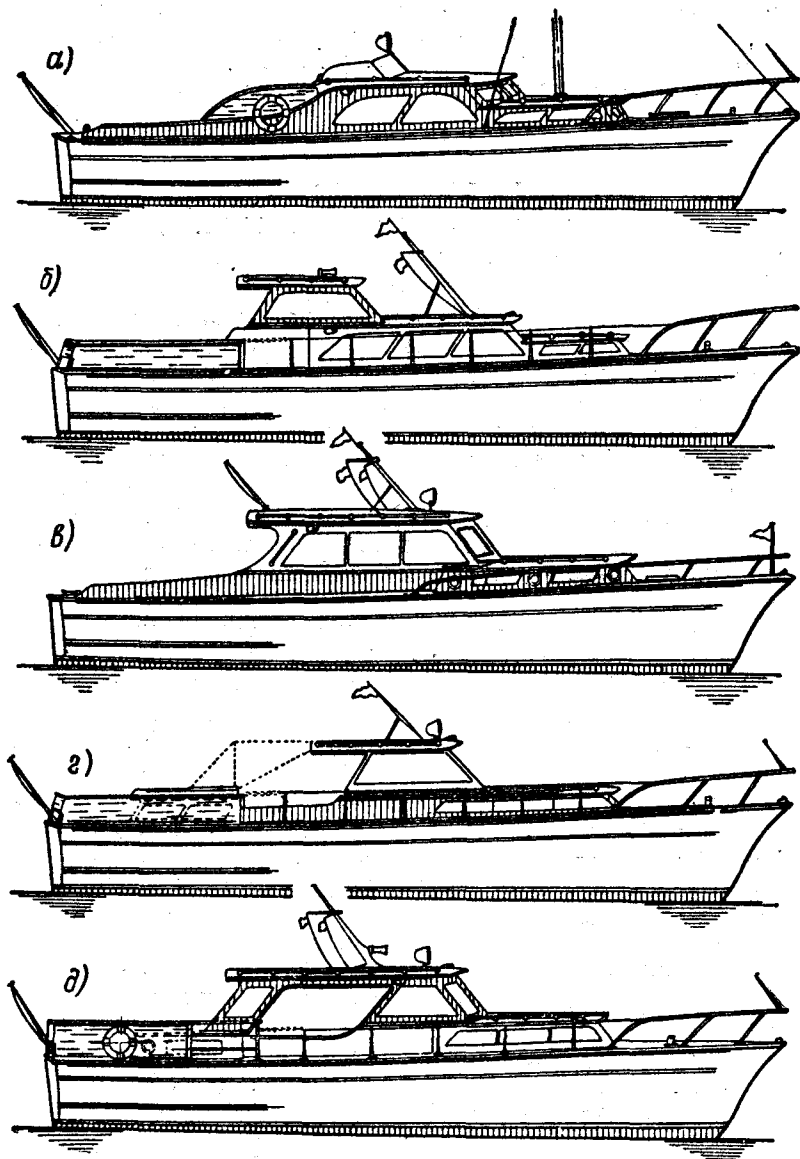


Рис. 92. Пять вариантов (а—д) бокового вида быстроходного туристского катера «Риомар». Корпус катера во всех вариантах одинаков, а надстройки и общее расположение различаются прежде всего размещением поста управления и использованием кормовой части за счет открытого кокпита или кормовой каюты.

Длина, м:		Осадка, м	0,8
наибольшая	11,2	Высота борта, м	1,5
по КВЛ	10,15	Водоизмещение, м ³	6,5
Ширина, м	3,0		

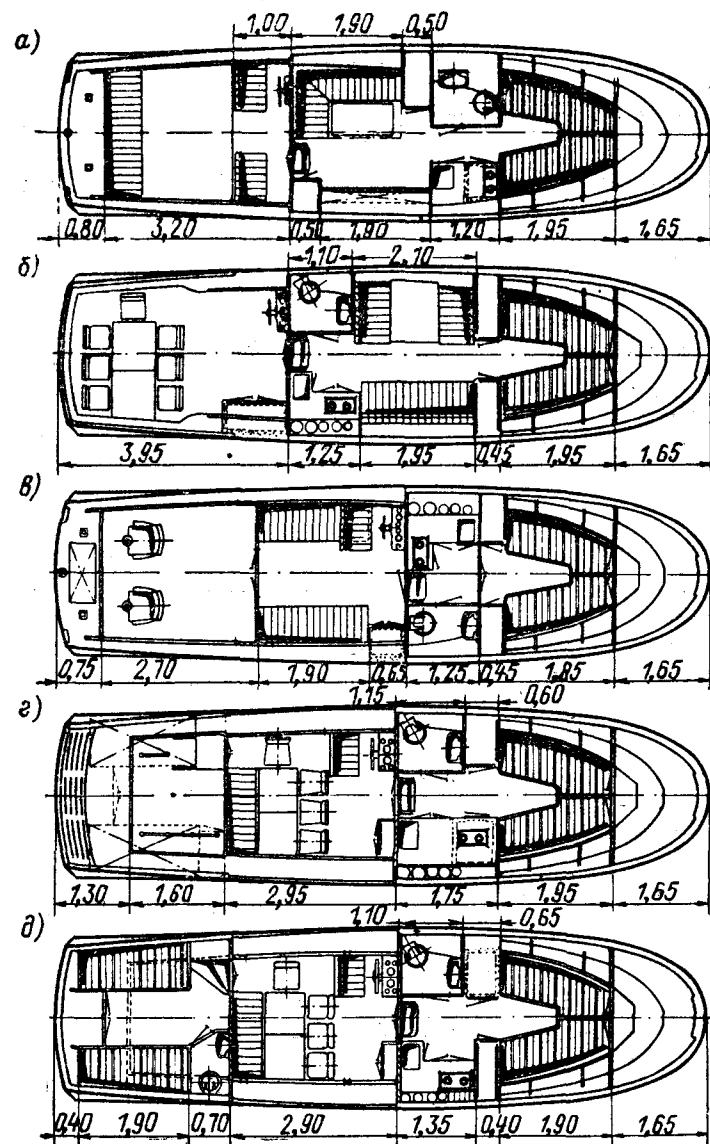


Рис. 93. Пять вариантов (а—д) общего расположения быстроходного туристского катера «Риомар». Схемы различаются размещением обеденного стола, камбуза, туалета, а также поста управления. На схемах а—в предусмотрен длинный открытый кокпит; на схемах г и д имеется кормовая каюта со средним достаточно хорошо защищенным кокпитом.

Схема общего расположения, показанная на рис. 93, в, разработана для спортивной ловли рыбы на Уругвайском морском побережье. В носу катера размещены две V-образные койки, а в рулевой рубке — два спальных места. Слань в кокпите и рулевой рубке находится на равной высоте, без ступеней.

На схемах общего расположения, изображенных на рис. 93, г и д, предусмотрена кормовая каюта, в которой находятся два спальных дивана. На рис. 93, д даже показан небольшой туалет. Средний кокпит на обоих катерах выполнен различно. Пост управления на схеме г открытый, а на схеме д — закрытый и защищенный. В обоих вариантах есть еще маленькая, но совсем не бесполезная кормовая палуба. Три из пяти вариантов имеют леерное ограждение по всему борту.

Число вариантов могло бы быть удвоено, но чаще всего выбирают один из приведенных. Сопоставление позволяет будущему владельцу оценить по существу, какое общее расположение и устройство судна должно соответствовать намечаемым районам туристских маршрутов.

Примерные значения мощности туристского катера «Риомар» (длина наибольшая 11,2 м, ширина 3 м).

Мощность двигателя, л. с.	Максимальная скорость катера, км/ч	Расход топлива при $\frac{3}{4}$ максимальной скорости, л/ч	Мощность двигателя, л. с.	Максимальная скорость катера, км/ч	Расход топлива при $\frac{3}{4}$ максимальной скорости, л/ч
Бензиновые двигатели			Дизели		
100	25	15	60	20	6
185	32	28	100	24	10
2×100	33	30	150	28	15
2×185	41	36	2×100	32	20

27. Спортивно-туристский катер длиной 11,7 м

Проект «Колумбия» дает представление о чисто американском спортивно-туристском катере. Размерения катера выбраны как средние из большого числа серийно строящихся туристских катеров длиной от 11 до 12 м. Такие катера серийно строят, с незначительными отклонениями, на многих больших верфях. По ним установлены средние размерения катеров в пределах наибольшей длины 11,7 м и ширины 3,95 м (рис. 94). Не все

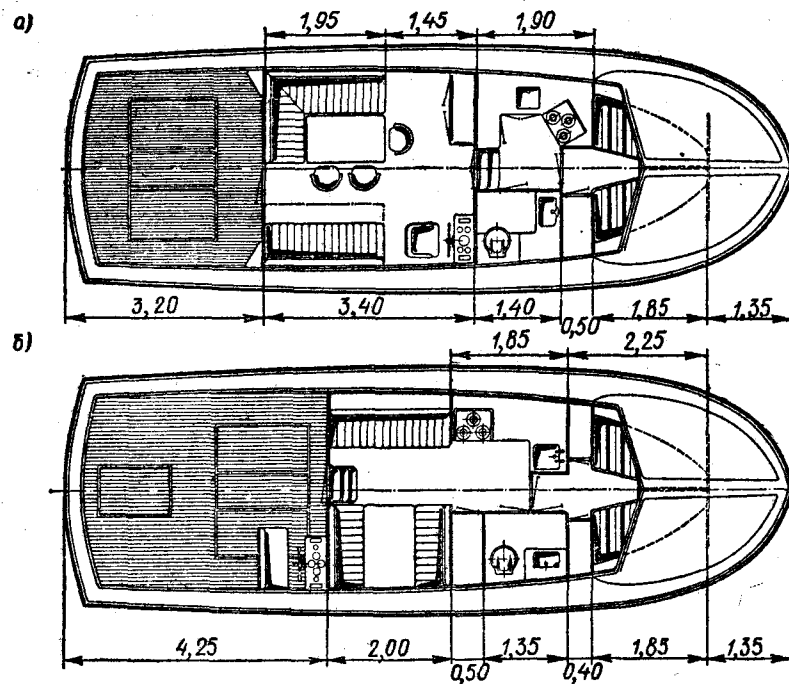
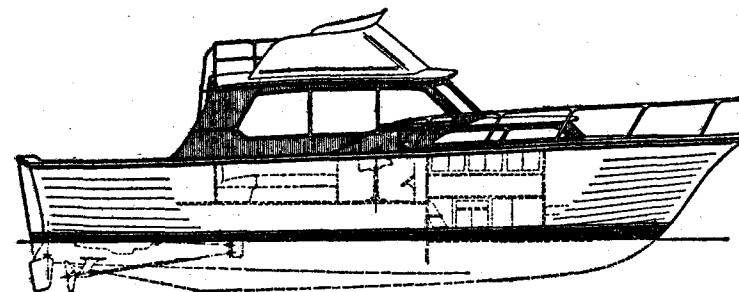


Рис. 94. «Колумбия». Типичный американский мореходный быстроходный туристский катер, серийно изготавливаемый на многих больших катеростроительных верфях: а — внутреннее расположение, соответствующее боковому виду; б — расположение, при котором рубка несколько утоплена в палубу (открытый пост управления находится в кокпите).

Длина, м:		Осадка, м	0,85
наибольшая	11,7	Высота борта, м	1,85
по КВЛ	10,15	Водоизмещение, м ³	8,5
Ширина, м	3,95		

катера подобного типа имеют второй пост управления, расположенный на крыше рулевой рубки; приведенный здесь американский проект выбран из проектов катеров для спортивной ловли рыбы. Корпус судна выполнен таким образом, как будто он построен из дерева с обшивкой внакрой (клинкер). Этот испытанный метод сегодня еще оправдывает себя и применяется при серийной постройке катеров как из дерева, так и из клееной фанеры внакрой. Даже при обшивке вгладь стыки резко выделяются вследствие образования желобков. При изготовлении корпусов из стеклопластика охотно придерживаются условной клинкерной формы обшивки, потому что каждый из многочисленных «стыков» («швов») придает наружной обшивке катера достаточную жесткость почти без затрат на материал или дополнительного веса.

Из вариантов общего расположения, показанных на рис. 94, а и б, только первый соответствует виду катера сбоку. Общее расположение катеров по схеме рис. 94, б также часто встречается, потому что пост управления, установленный на наружной стороне переборки, защищен по европейскому образцу ветровым стеклом или небольшой крышей. В расположении, представленном на рис. 94, а, внутри рубки находится обычно второй пост управления. Этот пост используется прежде всего при запуске двигателей и начале хода, потому что имеет все необходимые контрольные приборы управления; кроме того, пост позволяет лучше контролировать равномерность начальной работы холодного двигателя и его шумность. В носовой части катера всегда размещают занимающие мало места V-образные койки. Далее в корму находится полностью оборудованный камбуз, а также туалет с душем. Схемой на рис. 94, а предусмотрена особенно просторная рубка-салон, у передней переборки которой расположен внутренний пост управления. На противоположном борту на переборке находится небольшой бар и далее в корму обеденный стол, диван и кресла на 6 человек. На правом борту оборудован диван, который на ночь раскладывается в двуспальную койку. На катере подобного типа диван у обеденного стола также может быть преобразован в двуспальную койку. К корме примыкает большой кокпит длиной 3,2 м.

На рис. 94, б показан обеденный уголок на 6 персон. Напротив также находится диван, который превращается за счет спинки в две койки, размещенные одна под другой. Причислим сюда же двуспальную койку, преобразуемую из обеденного уголка, и тогда получим такое же количество спальных мест, как и показанное на рис. 94, а.

Кокпит, аналогичный изображенному на рис. 94, б, может быть длиннее, потому что внутренний пост управления отсутствует. Интересно различие в расположении двигателей. На рис. 94, а двигатели продвинуты далеко в корму, к транцу. Они повернуты передним концом к транцу и работают через угловую передачу на гребной вал. Двигатели можно также установить под настилом рубки-салона, но тогда следует позаботиться об усиленной звуко-

изоляции. Большая длина открытого кокпита на рис. 94, б допускает размещение обоих двигателей, когда они работают прямо на гребной вал, без большого наклона, вблизи кормовой переборки каюты; следовательно, в рубке-салоне слышен шум работающих двигателей.

Примерные значения мощности катера «Колумбия» (длина наибольшая 11,7 м, ширина 3,95 м)

Мощность двигателя, л. с.	Максимальная скорость катера, км/ч	Расход топлива, л/ч	
		при 3/4 максимальной скорости	при экономической скорости
Бензиновые двигатели			
2×160	38	48	26
2×220	22	66	36
2×300	50	90	50
Дизели			
2×200	40	44	23

Благодаря тому, что настил рубки-салона расположен низко, можно сделать ниже и надстройку. В результате водитель получит хороший обзор, а камбуз и туалет будут находиться на одном уровне с обеденным уголком.

28. Два больших морских туристских катера „Эксплоратор“ и „Ривьера“

Если окинуть критическим взглядом большое количество серийно строящихся туристских катеров, то становится очевидным влияние совершенно различных деловых принципов. Чтобы победить в конкурентной борьбе и добиться лучшего сбыта своей продукции, катеростроители стремились развивать конструкции катеров по принципу возможно большего увеличения полезной площади и мощности двигателей в данных размерениях катера. Но идеи многих заказчиков не всегда совпадали с этими принципами, и потому немало катеров строились столь короткими и перегруженными, что пользование ими ограничивалось (недоставало свободной площади палубы, не было возможности разместить людей в каютах). Однако не все владельцы катеров думали так, и это видно по расположению 10-метрового туристского катера «Диана» (см. рис. 91). Несмотря на значительную длину, катер имеет только два или четыре спальных места.

Туристский катер «Эксплоратор» (рис. 95 и 96), несмотря на свою достаточно высокую стоимость, завоевал признание широкого круга любителей водно-моторного спорта и туризма. В решении вопросов общего характера конструкции катера исходными были два положения: во-первых, построить возможно больший катер, который мог бы обслуживаться самим владельцем; во-вторых, выявить оптимальные обводы, которые при длительных путешеств-

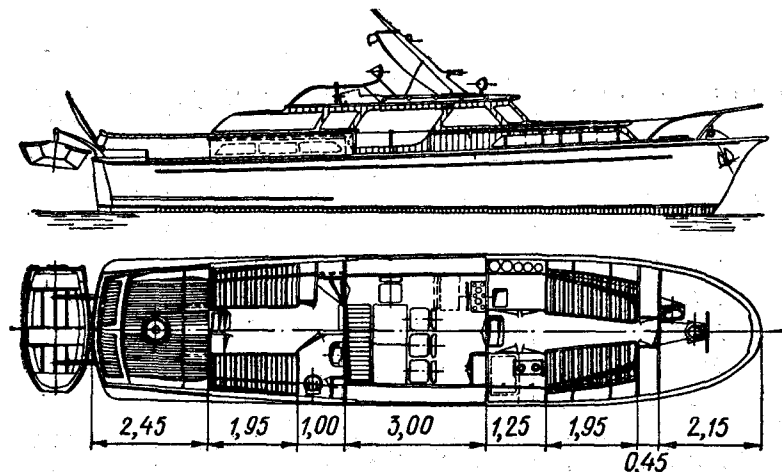


Рис. 95. «Эксплоратор». Этот изящный 14-метровый быстроходный туристский катер отлично зарекомендовал себя во время эксплуатации в районе Ла-Платы и на побережье Южной Атлантики. Он оборудован мотором незначительной мощности, но благодаря удлиненным обводам подводной части ему присущи хорошие мореходные качества.

На катере имеются внутренний и наружный посты управления.

Длина, м:		Осадка, м	0,9
наибольшая	14,2	Высота борта, м	1,7
по КВЛ	13,0	Водоизмещение, м ³	7,8
Ширина, м	3,2		

виях обеспечили бы экономичную эксплуатацию катера. Несколько многократно строившийся «Эксплоратор» оправдал эти ожидания, видно из нижеследующего.

Пристань уругвайского курорта Пунта-де-Эсте была переполнена парусными и моторными яхтами. К тому же курорт — одно из самых привлекательных мест, с великолепными пляжами и якорными стоянками для яхт. Здесь стояли два катера, приблизительно равные по своей вместимости, но воплощающие совершенно противоположные принципы проектирования: спортивно-туристский катер из серии «Эксплоратор» наибольшей длиной 14,2 м, шириной 3,2 м и катер, построенный по американскому образцу, длиной 11,5 м, шириной 3,65 м.

Более длинный и узкий катер был оснащен двумя двигателями, каждый мощностью по 90 л. с., с редуктором (между двигателем и гребным валом), имеющим передаточное число 2 : 1. На более

коротком катере были установлены два двигателя по 140 л. с., без редуктора. Первый катер характеризовался круглоскулыми обводами и острой носовой оконечностью, а более короткий второй имел V-образные обводы, соответствующие его скорости, и к тому же полные носовые обводы.

Владелец второго катера, уважаемый всеми летчик-спортсмен, захотел отвести свой катер в Буэнос-Айрес. Переход должен был



Рис. 96. Мореходный 14-метровый быстроходный туристский катер «Эксплоратор». Такие катера в большом количестве строились на верфи автора книги с 1950 по 1960 г. и эксплуатировались на больших реках, а также в Южной Атлантике в летний сезон.

длиться в среднем 22—25 ч, в зависимости от ветра и погоды. Для безопасности летчик пригласил моториста верфи-строителя из Буэнос-Айреса и попросил разрешения на то, чтобы его катер отправился в сопровождении «Эксплоратора».

Мы всегда отдаем предпочтение ночным переходам. Оба катера в 10 ч вечера, в полной темноте, снялись с якоря. С большой скоростью, при небольшом волнении на море, катера пошли в ночной прохладе к берегам Ла-Платы. Миновали Монтевидео. Эстуарий реки достигал в ширину почти 80 км. В предрассветных сумерках никто не имел желания браться за приготовление пищи, потому что ночью волнение на море увеличилось и стало слегка штормить. Обе моторные яхты в течение ночи шли, держась на небольшом расстоянии одна от другой. Нас интересовало, в равной ли мере испытывали качку эти два столь различных катера в условиях одного и того же волнения на море? В первой половине дня погода изменилась, волнение уменьшилось. На «Эксплораторе» зарабо-

тал камбуз, а когда наступило время обеда, мы даже сели за стол и смогли съесть суп из полузаполненных тарелок. Правда, иногда это выглядело угрожающим, потому что нам приходилось балансировать тарелками, но все мы, четверо, были в хорошем настроении и могли, прободрствовав всю ночь, наслаждаться едой.

Более широкий и короткий катер браво продвигался вперед, держась от нас на расстоянии около 100 м. Переход продолжался, однако мы не заметили, чтобы на борту другого катера велись какие-либо приготовления к обеду. Наконец с наступлением темноты оба катера прибыли в конечный пункт и мы взяли на борт нашего моториста. При разговоре с мотористом обнаружилось:

1. Нам завидовали, что мы смогли приготовить еду и поесть за столом. На более коротком и широком катере этого нельзя было сделать из-за волнения моря.

2. Не меньше завидовали и нашему оживленному разговору. Объяснение простое: на сопровождаемом катере двигатели были установлены недостаточно хорошо, кроме того, они работали при большой частоте вращения. В результате экипаж страдал от шума. «Эксплоратор», напротив, шел настолько бесшумно, что на наружном посту управления работа двигателей была чуть слышна.

3. Расход топлива на «Эксплораторе» в продолжение всего перехода оказался очень небольшим — 568 л. Сопровождаемый же катер, несмотря на равную скорость и одинаковое время перехода, сжег около 1000 л. Почему? С одной стороны, сказалось уменьшение к. п. д. гребного винта, так как отсутствовал редуктор. С другой стороны, короткий и широкий катер имел большее сопротивление.

Такой разительный контраст выявляется нередко, но наблюдать его столь отчетливо удается не часто. Многие обстоятельства благоприятствовали длинному катеру и причиняли вред короткому⁴⁴. Если бы погода способствовала увеличению скорости, различия не выявились бы столь ощутимо. Так называемая мягкая остойчивость круглоскулых (округлых) катеров превосходила жесткую остойчивость катеров, имеющих остроскулые обводы. При равных углах крена для круглоскулого катера характерна плавная качка, для остроскулого — резкая. Это, однако, зависит не только от типа обводов, но и от взаимного расположения центров тяжести катера и объема вытесненной воды. Указанный переход на катерах осуществлялся до введения в практику проектирования глубоких V-образных обводов; у наших катеров были «безударные» обводы с остроскулыми шпангоутами. Неудачной оказалась установка двух мощных двигателей без редукторов на коротком катере. К сожалению, это нельзя было устранить без значительной перестройки.

Схема общего расположения и устройства туристского катера «Эксплоратор» показана на рис. 95. На катере предусмотрены две каюты, а между ними — помещение, служащее рулевой рубкой. В каждой каюте имеется туалет. Прямо у трапа расположен про-

сторный камбуз, к которому подведена холодная и горячая вода. В камбузе установлен холодильник. Излюбленным местом отдыха на катере является наружный пост управления, откуда открывается прекрасный обзор и где одновременно можно хорошо укрыться от ветра. Палуба по всей длине судна ограждена леером. Большая рулевая рубка имеет два больших открытых выхода, которые могут закрываться брезентом со вставленными окнами (съёмным тентом). Такое расположение отлично оправдало себя на практике. В рубке находится обеденный стол на 6—7 человек, при пользовании которым большие выходы открывают. Спасательная шлюпка закреплена на шлюпбалках в корме. У такого расположения много преимуществ: шлюпка совсем не занимает места на палубе, легко спускается со шлюпбалок и снова может быть быстро поднята. Во многих гаванях, в том числе и в Пунта-де-Эсте, где суда упираются кормой в набережную, шлюпбалки могут без труда убираться. Не опасны для шлюпбалки и самые сильные летние штормы, и волнение на море при силе ветра до восьми баллов.

В приведенном ниже сопоставлении мощности, скорости и расхода топлива указана экономическая скорость плавания, имеющая

Примерные значения мощности «Эксплоратора» (длина наибольшая 14,2 м, ширина 3,2 м)

Мощность двигателя, л. с.	Максимальная скорость, км/ч	Расход топлива, л/ч	
		при $\frac{3}{4}$ максимальной скорости	при экономической скорости
Бензиновые двигатели			
2×100	32	32	18
2×140	37	40	20
2×185	41	46	22
Дизели			
1×100	25	10	7
1×160	31	16	10
1×250	36	25	15
2×100	31	20	14

значение для переходов на большие расстояния при волнении на море, когда так называемая скорость на $\frac{3}{4}$ хода не рекомендуется.

Схема общего расположения катера «Ривьера» (рис. 97) показывает дальнейшее развитие туристских катеров типа «Эксплора-

дор». Чтобы создать хороший катер с дизельной машинной установкой, нужно наиболее полно оборудовать его и обеспечить ему высокую мореходность. Необходимо также сохранить в этом катере надежность и основные эксплуатационные данные катера, длина которого на 4 м меньше, в первую очередь его ходкость при умеренной мощности главных двигателей. Размерения быстроход-

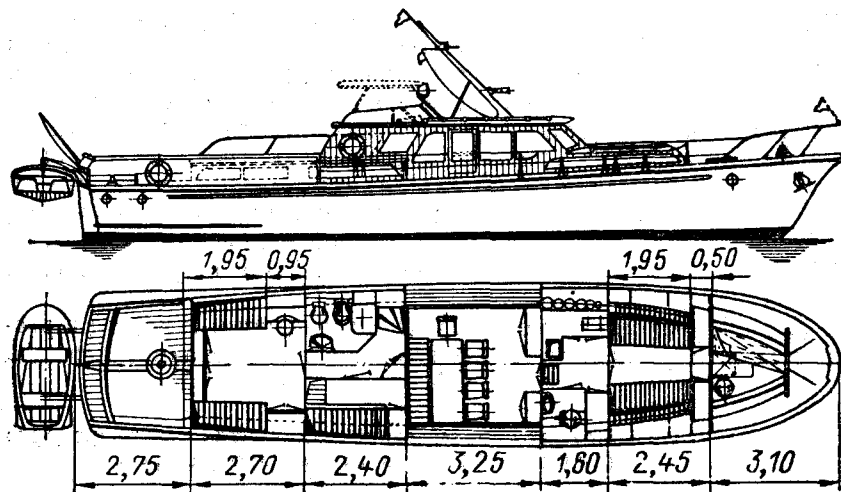


Рис. 97. «Ривьера». Большой быстроходный моторный катер. Создан по принципу постройки «Эксплоратора». Вследствие больших размерений имеет полностью закрытую палубную кают-компанию, без внутреннего поста управления. Внешний пост управления защищен съёмной или постоянной крышей.

Длина, м:		Осадка, м	1,05
наибольшая	18,25	Высота борта, м	1,8
по КВЛ	16,75	Водоизмещение, м ³	14,8
Ширина, м	3,8		

ного катера «Ривьера» пригодны для спортивно-туристских переходов на большой скорости в районе морских побережий, а также для непродолжительных прогулок с большим числом гостей. Сочетание обводов и умеренной мощности энергетической установки выявляется в таких преимуществах, как незначительные вибрация, шум и волнообразование.

У туристских катеров подобных размеров наружный пост управления может быть защищен при помощи съёмной или постоянной крыши. Такая крыша над постом управления показана пунктиром на рис. 97. Ввиду преимуществ поста управления на мостике внутренний пост в большинстве случаев не используется.

На мореходных спортивно-рыболовных катерах надстройка приобретает вид многоярусной «тунцеловной башни» (рис. 98).

Чтобы выявить все положительные качества катера, заложен-

ные в проекте, не следует перегружать полностью оборудованный катер. Между тем часто наблюдается, как нормальные двигатели заменяют на более мощные, увеличивают мощность дизель-генераторов, емкость аккумуляторов и объем всего оборудования. При этом ход катера сопровождается очень интенсивным волнообразованием.

Перегрузки можно наблюдать у катеров всех размеров, начиная от пятиметрового катера с подвесным мотором и до большой моторной яхты, причем тихоходные катера меньше страдают от перегрузок, чем быстроходные.

Если катера имеют легкую конструкцию, то это ни в коей мере не свидетельствует о ее недостаточной прочности или сокращенном сроке службы, а только означает, что все узлы и их расчетная нагрузка должны назначаться с учетом такой конструкции.

При постройке катера, размеры которого соответствуют размерам моторной яхты «Ривьера», предпочтение отдается деревянному корпусу, а не металлическому⁴⁵. Выполнение корпусов из стеклопластика не оправдало

себя ввиду высокой стоимости подготовки к постройке и изготовления матрицы. Оно будет невыгодным до тех пор, пока одновременно не смогут изготавливать 8—10 таких корпусов. Легкий металл — наиболее приемлемый материал для конструкций, но стоимость его слишком высокая.

На катере «Ривьера» салон-рубка крытая, но окна вполне достаточны для хорошего обзора. За большим обеденным столом предусмотрены места для 8—9 человек. Несколько впереди по левому борту оборудован просторный камбуз, причем холодильник камбуза стоит на правом борту. Кроме того, на катере предусмотрены каюта для гостей на 2 или 4 человека и помещение для матроса. В корме находятся просторная каюта владельца катера и достаточный по размерам туалет с душем.

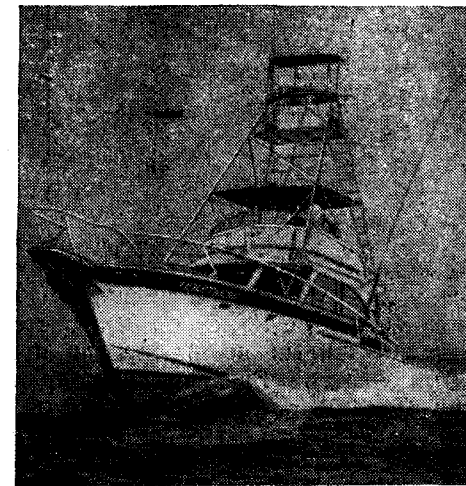


Рис. 98. Мореходный быстроходный спортивно-рыболовный катер с так называемой «тунцеловной башней». Эта модель «Стрикер-44» имеет длину 13,4 м, ширину 4,8 м. В качестве двигателей использованы два дизеля «Камминс» мощностью по 185 л. с. каждый или два дизеля GM по 215 л. с. Корпус судна и надстройка выполнены из легкого металла.

Примерные значения мощности катера «Ривьера»
(длина наибольшая 18,25 м, ширина 3,8 м)

Мощность главных дизелей, л. с.	Максимальная скорость, км/ч	Расход топлива, л/ч	
		при $\frac{3}{4}$ максимальной скорости	при экономической скорости
1×200	25	20	12
1×300	31	30	18
2×200	26	24	15
2×180	32	36	20
2×300	41	60	35

29. 17-метровая моторная яхта

При сравнении 17-метровой яхты «Мария Терезия» (рис. 99) с 18-метровым туристским катером оказывается, что размеры жилых помещений не пропорциональны длине судна. Объемы катера «Ривьера» составляют 120 м³, в то время как у «Марии Терезии» они достигают 174 м³. Таким образом, яхта, будучи на 1 м короче, имеет объем помещений на 50% больший. В подобном же соотношении находятся водоизмещение и строительная стоимость судов.

Без сомнения, яхта типа «Мария Терезия» заслуживает положительной оценки. Здесь предусмотрены два полностью пригодных для использования помещения в рост человека, расположенные одно под другим, рулевая рубка и кормовые каюты. На этой яхте возможно также и другое, вполне приемлемое с эстетической точки зрения расположение: над кормовыми каютами размещается главная палуба, проходящая от транца до штевня без уступов. Большая непрерывная поверхность палубы весьма удобна в эксплуатации. Наиболее выигрышным считается расположение кают в кормовом отсеке, где боковые стенки проходят до палубы без изломов.

При проектировании яхты не ставилась задача разместить в корпусе возможно большее количество спальных коек. Скорее стремились увеличить объем помещений. Таким образом были устроены: очень большая каюта владельца яхты, большой салон на палубе и достаточно большая рулевая рубка. К каюте владельца примыкает туалет с душевой, имеются два туалета для гостей.

В каютах для гостей, расположенных на левом и правом бортах, предусмотрены по две удобные койки. Ввиду отсутствия каких-либо входящих внутрь кают конструкций эти койки здесь могли быть расположены одна над другой.

В носовой части судна находятся просторный камбуз, обеденное место по типу «обеденного уголка», а также помещение для команды с двумя койками и примыкающим к нему небольшим

туалетом. В то время как 18-метровый туристский катер «Ривьера» был спроектирован как быстроходный и экономически выгодный, проект моторной яхты «Мария Терезия» предусматривал получение большего комфорта и большей начальной остойчивости. Поэтому

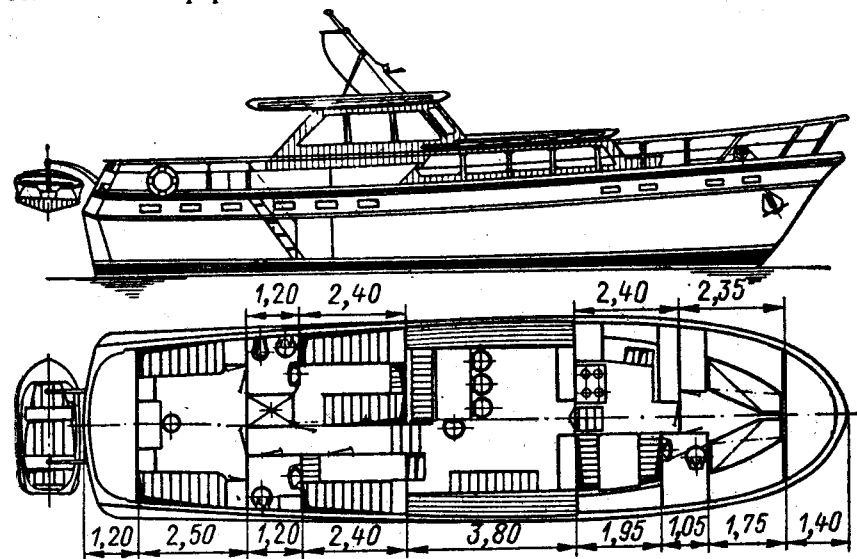


Рис. 99. «Мария Терезия». Одна из первых моторных яхт с непрерывной палубой. Каюты очень удобно размещаются в корме. Подобные моторные яхты длиной около 16 м пользуются большой популярностью. Однако вполне заслуживают внимания и катера с непрерывной палубой длиной не менее 14 м.

Длина, м:		Осадка, м	1,2
наибольшая	17,25	Высота борта, м	2,4
по КВЛ	15,0	Водоизмещение, м ³	21,0
Ширина, м	4,5		

яхта не является быстроходной, и на ней почти всегда устанавливают два двигателя. Сравнивая приводимые ниже данные с аналогичными данными для катера «Ривьера», можно видеть, что увеличение размеров жилых помещений, ширины и водоизмещения должно согласовываться с увеличением мощности двигателей, установленных на судне.

Примерные значения мощности моторной яхты «Мария Терезия» (длина наибольшая 17,25 м, ширина 4,5 м)

Мощность главных дизелей, л. с.	Максимальная скорость, км/ч	Расход топлива, л/ч	
		при $\frac{3}{4}$ максимальной скорости	при экономической скорости
2×150	24	30	17
2×240	28	48	26
2×350	34	70	37

30. Большие моторные яхты

С увеличением размеров моторные яхты все чаще строят по индивидуальным единичным проектам, отвечающим вкусам и требованиям заказчиков. Владельцы яхты «Луиза» (рис. 100 и 101), два брата, имели раньше моторную яхту длиной



Рис. 100. Моторная яхта «Луиза» длиной 23,5 м с большим развалом носовых образований. Яхта сошла со стапеля отлично удифферентованной.

18 м и по-своему представляли идеальное судно. Начиная с эскизного проекта и вплоть до ходовых испытаний, они с необычайным вниманием следили за всеми техническими предложениями и были готовы принять предлагаемые решения по возникающим проблемам. Как для судостроительной верфи, так и для конструктора является большой удачей найти заказчика, который совмещает доверие к строителю и накопленный опыт.

Несмотря на большую длину (23,5 м) и ширину (5,5 м), яхта находилась в ведении только одного постоянного боцмана. Это оправдало себя на практике только потому, что владелец лично принимал участие в управлении и присмотре за яхтой. За работой энергетической электроустановки наблюдал специалист завода-изготовителя.

Размеры и общее расположение яхты позволяют ей плавать по морю в летнее время. Высоко расположенная рулевая рубка оказалась при эксплуатации более просторной, чем это можно представить, глядя на чертеж. В ней отведена большая площадь под стол

для карт и для размещения многих электронных приборов, которыми оснащено современное судно помимо классических навигационных приборов — от эхолота и радиопеленгатора до радиотелефона и в определенных случаях до радиолокатора. Обзор обеспечен на носовую оконечность и борта судна, видимость в корме несколько ограничена, но по обоим бортам в рубке оборудованы

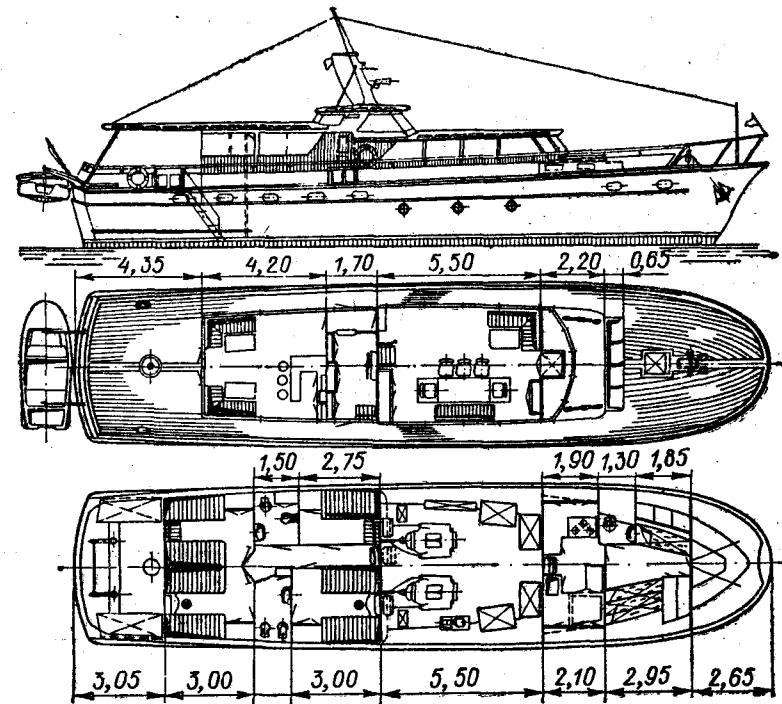


Рис. 101. «Луиза». Эта большая моторная яхта пригодна для эксплуатации как на внутренних водах, так и на море. Ее можно рассматривать как яхту средиземноморского флота. Помимо показанных возможны и другие варианты ее общего расположения.

Длина, м:		Осадка, м	1,4
наибольшая	23,5	Высота борта, м	2,95
по КВЛ	21,2	Водоизмещение, м ³	42,0
Ширина, м	5,5		

двери, которые необходимы при управлении на заднем ходу. При швартовке маневр до последнего момента находится под контролем.

В слегка утопленной в носовую палубу рубке оборудована столовая. Вблизи расположен светлый просторный камбуз, достигающий в длину 2 м и по ширине равный ширине судна. В носовой части судна находится каюта для команды судна, где предусмотрены индивидуальные туалет и три койки, которые используются во время длительных путешествий.

В корме размещена кают-компания со встроенным баром, курительным и игорным столами. В распоряжение владельца и гостей предоставлена достаточная площадь палубы.

Под палубой, в корме, находятся две комфортабельные каюты владельцев и, кроме того, две каюты для гостей с двумя койками в каждой. Каюты разделены двумя туалетами с душами. В корме установлена спасательная шлюпка. Следует также отметить, что у яхт такого размера имеется бортовой трап. Чем больше яхты, тем обширнее комплект конструктивных рабочих чертежей. При небольших размерах яхты кроме теоретического чертежа и таблицы размерений с двумя конструктивными чертежами создают чертежи общего расположения и некоторые другие. В случае действительно больших размерений выполняют 5 или 6 конструктивных чертежей, которые охватывают детали внутренней конструкции корпуса и палуб. Для общей электроустановки, включая зарядное и пусковое устройства, разрабатывается большое количество листов чертежей. И наконец, создают чертежи всей машинной установки с выхлопной системой и валопроводом, чертежи рулевого устройства, топливной цистерны, системы охлаждения и т. д. Специально для электрической якорной лебедки такой яхты разрабатывается комплект из восьми детальных чертежей. Большое количество чертежей выпускается на такие детали судна, как бортовой трап, леерные ограждения, шлюпбалки, мачта и многие другие. В приводимой ниже таблице сопоставлены значения мощности и скорости яхты «Луиза».

Примерные значения мощности моторной яхты «Луиза» (длина наибольшая 23,5 м, ширина 5,5 м)

Мощность главных дизелей, л. с.	Максимальная скорость, км/ч	Расход топлива, л/ч	
		при 1/2 максимальной скорости	при экономической скорости
2×200	25	48	28
2×310	30	72	40
2×525	39	120	65

31. Два морских туристских катера для длительных путешествий

Если лодка не слишком мала и быстроходна, то на ней можно отправиться в морское путешествие. Многие водители — владельцы моторных катеров предпочитают большую часть легкого досуга наслаждаться соленым ветром и морским простором. Скорость? Она не имеет значения, когда море манит, когда ночи полны яркими звездами, а впереди беспредельный ясный горизонт.

Яхтсмен на парусной яхте часто предпринимает путешествия такого рода, водитель моторного катера — довольно редко. Таким образом, создается впечатление, что только парусная яхта достаточно подготовлена к морскому путешествию и способна преодолевать большие расстояния. Моторный катер, как говорят, должен иметь запас горючего, в то время как парусная яхта получает его от самой природы. Но природа иногда бывает целыми днями бездеятельной и дарит яхтсмену лишь нервотрепку; если нет ветра, то нет и хода. С учетом этого лучше применять моторные катера.

Тысячи миль проходят катера по морским просторам с тех пор, как появились надежные дизели, давшие возможность осуществлять большие переходы с небольшим запасом горючего и незначительным риском остаться без топлива. Соревнования в открытом море проводятся для моторных катеров уже давно, со времен первой мировой войны. Они проходили на дистанции до Бермудских островов (более чем 600 морских миль по открытому морю). И это с плохими, ненадежными бензиновыми двигателями, установленными на длинных узких моторных лодках, которые сегодня считаются абсолютно непригодными для таких переходов. Моторный катер, оборудованный 25-сильным четырехцилиндровым бензиновым двигателем выпуска 1907 г., имел довольно надежный приводной механизм, но такие систему смазки зажигания и карбюратор, что сегодня с ними рискованно было бы отправиться в послеобеденную прогулку по спокойному морю. Один-единственный двигатель служил в качестве главного на мореходных туристских катерах длиной 12 и даже 18 м, которые осмеливались выходить в Атлантический океан на трое-четверо суток.

Какой тип моторного катера сегодня является наиболее мореходным?

В качестве примера на рис. 102 показан туристский катер «Нова Скотия» длиной 13,7 м, шириной 4,2 м. Катер имеет размеры, которым свойственна хорошая мореходность. Это типичный американский проект. Большая ширина, достаточный надводный борт и седловатость, просторная рулевая рубка и расположенный над нею открытый пост управления (мостик) характерны для такого типа морских туристских катеров. Длина катеров такого типа колеблется от 12 до 15 м, но встречаются и катера длиной до 10 м. Размеры катера «Нова Скотия» соответствуют средним размерам катеров подобного типа.

Обширные морские побережья США способствуют появлению столь значительного круга любителей морских катеров, что некоторые модели уже начали серийно изготавливать из стеклопластика. Индивидуальное строительство катеров осуществляется в большинстве случаев из дерева, хотя следовало бы отдать предпочтение стали и алюминиевым сплавам. При использовании последних требуется антикоррозионная защита. Однако уменьшение веса конструкций позволяет разместить на катере больший запас горючего и увеличить дальность плавания. Возможно изготовление

корпуса катера и из тонкостенного железобетона. В этом случае проблема антикоррозионной защиты отпадает, разве только на кромках отмечается иногда ржавчина.

Внешний облик такого мореходного катера почти всегда одинаков, но всегда остаются дискуссионными вопросы: какие приме-

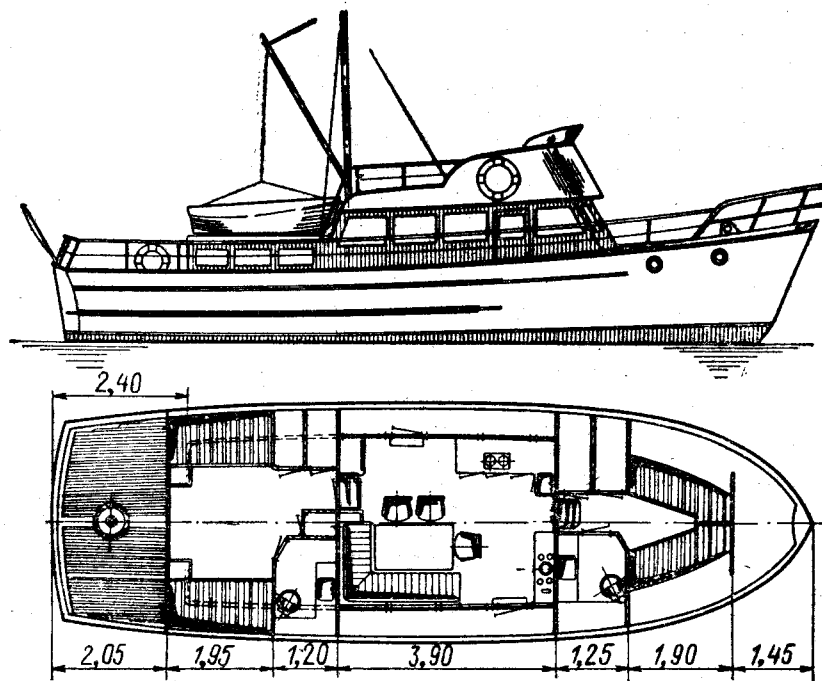


Рис. 102. «Новая Скотия». Океанский туристский катер. Этот тип катера пользуется особой популярностью на восточном и западном побережьях Америки.

Длина, м:		Осадка, м	1,2
наибольшая	13,7	Высота борта, м	2,0
по КВЛ	12,4	Водоизмещение, м ³	15,0
Ширина, м	4,2		

нить обводы — круглоскулые (с округлыми шпангоутами) или V-образные (остроскулые) и какой проектировать энергетическую установку — одновальную или двухвальную.

Естественное соотношение состояния поверхности воды и ветра предполагает как более выгодные, пожалуй, круглоскулые обводы. Угол на скуле V-образного корпуса всегда рассматривался специалистами критически как слабое место в корпусе судна, которое должно быть подкреплено. С помощью соответствующих конструктивных мероприятий следует позаботиться о том, чтобы на скуле не происходило резкого изменения прочности и жесткости шпангоута и корпуса в целом. Из соображений прочности вытекает, что предпочтение следует отдавать круглоскулым обводам,

но можно применять и хорошо продуманные V-образные обводы с отработанными соединениями связей⁴⁸.

Иначе рассматривается вопрос относительно энергетической установки. Если гребной винт лежит в области оптимального попутного потока, установка одного двигателя имеет значительное преимущество в скорости, экономичности и дальности плавания катера. К тому же расположение двигателя способствует увеличению остойчивости. Однако поломки винта, линии вала или двигателя приводят к полной остановке судна. Лишь половина катеров такого типа оснащается одним двигателем, остальные — двумя двигателями.

Следует иметь в виду следующие обстоятельства:

1. Один большой двигатель меньше расходует горючего, чем два маленьких. Общий вес, покупная и строительная стоимость его ниже, проще обслуживание двигателя.

2. Большой средний гребной винт работает значительно надежнее, чем два небольших боковых винта. Кроме того, средний находится в наиболее защищенном месте катера, так что он едва ли когда-либо может выйти из строя во время плавания.

3. При одинаковом полном водоизмещении одновинтовое судно вмещает больший запас горючего. Дальность плавания такого судна может быть значительно выше, чем двухвинтового.

4. Два важных преимущества говорят в пользу двухвинтового катера: большая надежность, безопасность при выходе из строя одного двигателя и лучшие перспективы при возможной перепродаже.

Однако Эдвин Монк, опытный конструктор небольших морских катеров, заявил: «Я предпочитаю одновинтовое судно, потому что современный дизельный двигатель действительно надежен; кроме того, гребной винт, находящийся за дейдвудом, намного лучше защищен». У морских катеров применяется надежная транцевая корма, но все же днище в корме не такое плоское, как у быстроходных катеров, предназначенных для плавания по спокойному морю.

Для путешествий по океану никакой катер не должен иметь дальность плавания меньше чем 2 тыс. км; в единичных случаях предусматривается дальность плавания до 7 тыс. км, однако можно преодолевать и большие расстояния морского пространства.

Объем применяемого балласта зависит от размера катера, а также от расположения и веса двигателей и оборудования. Иногда балласт закладывают в киль судна, но чаще принимают более простое решение: балласт надежно укладывают в трюм.

Хорошо и безопасно предпринимать длительные морские путешествия и на катере без балласта, если проектом предусмотрены соответствующие меры для обеспечения высокой остойчивости катера. Вес двигателей и горючего — полезный балласт, вес постоянного балласта — «мертвый», излишний груз.

Применение на морских катерах успокоителей качки полезно и проверено. Далее, в разделе об остойчивости катеров, такие устройства будут описаны.

Проектируя мореходные катера, не стремятся предусмотреть возможно большее число спальных мест, потому что при длительном пребывании на борту катера это не способствует хорошему самочувствию пассажиров.

На рис. 102 показано общее расположение, которое выбирается наиболее часто, хотя каюта владельца расположена в корме, а каюта для гостей — в носовой части катера. В средней части катера оборудована особенно просторная кают-компания с приподнятым полом, в которой предусматривается внутренний пост управления. Однако расположенный над кают-компанией наружный пост управления используется гораздо чаще. В США такой пост управления получил название мостика «чериот» из-за сходства с сиденьем кучера старинной почтовой кареты.

Камбуз оборудуется в передней части палубной рубки или у трапа в носовой части катера. Обеденный стол с диваном дополняют оборудование и легко могут раскладываться в запасные спальные места для недлительного морского путешествия. Разумеется, катер имеет леерное ограждение по всей длине; рулевая рубка полностью защищена. Спасательная шлюпка установлена прямо на кормовой каюте и спускается на воду с помощью стрелы.

Примерные значения мощности катера «Нова Скотия» (длина наибольшая 13,7 м, ширина 4,2 м)

Мощность главных дизелей, л. с.	Максимальная скорость катера, км/ч	Расход топлива, л/ч	
		при $\frac{1}{8}$ максимальной скорости	при экономической скорости
1×60	15,6	9	4
1×100	17,5	15	7
1×160	22,0	24	11
1×250	25,0	37	17
2×100	22,0	30	14
2×150	25,0	46	22

Из приведенной таблицы видно, что низкая мощность двигателя высокоэкономична, и в настоящее время иногда на катерах устанавливают двигатели сравнительно небольшой мощности (50—60 л. с.), благодаря чему повышается их экономичность и достигается большая дальность плавания. Слишком высокая мощность двигателя неблагоприятна потому, что расход топлива и скорость оказываются неприемлемыми.

При энергетической установке, состоящей из одного двигателя, в некоторых случаях предусматривается установка на катере вспомогательного, вернее, запасного привода. В этой области предлагаются самые различные варианты: от соединения вспомогательного двигателя генератора с валом гребного винта или установки запасного подвесного лодочного мотора до применения в качестве запасного самого маленького бензинового двигателя. Но уже в течение многих лет двигатели катеров работают столь надежно, что в длительных путешествиях на катерах часто обходятся и без применения запасного двигателя. Поэтому сомнительно, понадобится ли вообще запасной двигатель? Хороший комплект запасных частей поможет лучше разрешить эту проблему. В случае серьезной поломки двигателя полагаются на вспомогательные паруса или вызов помощи, для чего можно использовать бортовой радиопередатчик.

Двадцатилетний опыт применения одномоторных дизельных установок, позволивших совершить ряд длительных путешествий, убеждает нас в том, что для безопасной эксплуатации их необходимы: безукоризненная установка, хорошее знание и обслуживание двигателя, а также наличие запасных частей.

К другому типу морских туристских катеров относится проект «Клипер». Здесь господствующая тенденция другая: вместо короткого, широкого и высокого катера предлагается длинный, узкий и низкий. Обводы этого катера позволяют составить мнение о его морских характеристиках. Как хорошо он вписывается в общую картину моря! В носовой оконечности катера в результате применения клиперштевня образуется большой свес и достаточный запас водоизмещения. Широкий транец, являющийся, правда, уступкой новому времени, выполнен с большим закруглением и хорошо дополняет общую картину.

Относительно большие размеры катера — длина наибольшая 17,7 м и ширина 4,5 м — позволяют разместить ряд устройств, обеспечивающих достижение большой дальности плавания. Благодаря этому возможны многочисленные варианты общего расположения, один из которых показан на рис. 103. Каюта судовладельца с туалетом расположена в корме, три каюты для гостей — в носовой оконечности судна. Почти точно в середине судна оборудован камбуз. На левом борту находится туалет для гостей. В самой широкой части катера размещена рулевая рубка, в которой помимо всех необходимых навигационных приборов имеется большой обеденный стол на 8 человек. Выход из рубки в корму открытый, но рубка может быть полностью закрыта брезентовой занавесью.

Высоко расположенный внешний пост управления на «Клипере» по сравнению с подобным же устройством на катере «Нова Скотия» отодвинут в корму. Килевая качка проявляется здесь в меньшей мере, а на небольшом участке палубы за рубкой — совсем незначительно. Это место, защищенное со всех сторон, отведено для

пребывания пассажиров. С носа до кормы палуба имеет леерное ограждение достаточной высоты. Спасательная шлюпка крепится на шлюпбалке за кормой обычным способом. Во время путешествий на большие расстояния она может быть укреплена на крыше носовой каюты. Некоторые преимущества катера обусловлены установ-

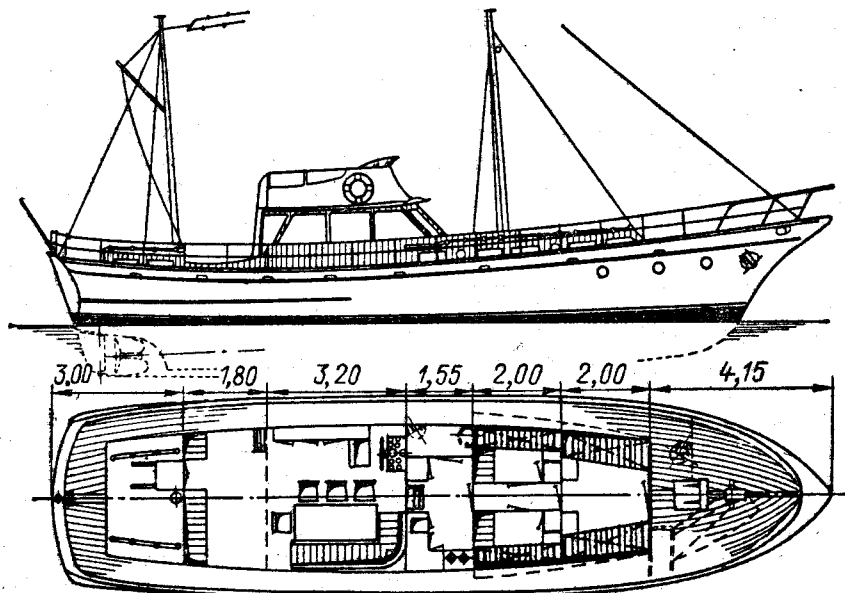


Рис. 103. «Клипер». Проект быстроходного туристского катера для длительных морских путешествий. Обводы корпуса округлые с клиперштевнем. Палубная рубка вынесена далеко в корму, где в наименьшей степени ощущается килевая качка.

Длина, м:		Осадка, м	1,25
наибольшая	17,7	Высота борта, м	1,9
по КБЛ	15,2	Водоизмещение, м ³	18,6
Ширина, м	4,5		

кой одного двигателя. На чертеже показано расположение гребного винта, защищенного за счет удлиненного килля. Винт находится в наивыгоднейшей зоне попутного потока, который обеспечивает ему дополнительный упор. Даже для двухмоторной установки была бы более выгодной работа двух двигателей через редуктор на один гребной винт, с тем чтобы получить наивысший пропульсивный к. п. д. судна. Такого рода сдвоенные установки с одним гребным валом иногда используют при постройке больших катеров.

Примерные значения мощности и скорости мореходной моторной яхты «Клипер» (длина наибольшая 17,7 м, ширина 4,5 м)

Мощность главных дизелей, л. с.	Максимальная скорость катера, км/ч	Расход топлива, л/ч	
		при 1/2 максимальной скорости	при экономической скорости
1×100	19,5	15	8
1×180	23,5	27	13
1×280	27,5	42	20
2×60	19,5	18	9
2×100	23,0	30	15
2×150	26,0	45	22

32. Моторно-парусные яхты

Поскольку ветер, рассматриваемый в качестве единственной движущей силы, нерегулярен и ненадежен, каждая не слишком маленькая парусная яхта имеет в своем распоряжении вспомогательный двигатель. Исходя из тех же соображений некоторые владельцы моторных яхт и катеров стали устанавливать вспомогательное парусное вооружение, особенно в тех случаях, когда суда оборудованы одномоторной установкой.

Запасные паруса различного вида, часто используемые на моторных туристских катерах, выполняют еще и вторую задачу, а именно: действуют в качестве устройства для умерения качки. Два примера расположения такого парусного вооружения рассмотрены далее в главе, посвященной успокоителям качки.

При постройке моторно-парусной яхты (рис. 104) исходят совсем из других положений. Здесь не требуется запасное парусное вооружение; на помощь ветра в случае неисправности двигателя не рассчитывают, но паруса используют в качестве основного источника энергии для движения яхты. После длительных переходов «под мотором» и при благоприятном попутном бризе механический привод совсем отключается и яхта беззвучно идет под парусами. Чтобы оценить по достоинству это чувство удовлетворения ходом под парусами, нужно его испытать.

При виде хорошо оснащенного парусами судна испытываешь также и успокоительное чувство безопасности.

Передвижение моторно-парусной яхты обеспечивается двумя противоречивыми силами: природной силой ветра и разумом человека, помноженным на энергию машины.

Парусную яхту, оснащенную двигателем повышенной мощности, можно назвать моторно-парусной. Если моторный катер ходит под парусами, то его тоже допустимо считать моторно-

парусной яхтой, хотя между судами обоих типов едва ли существует какое-либо сходство. Ни то, ни другое судно не будет действительно моторно-парусным. Настоящему моторно-парусному судну присущи особые формы. Для моторно-парусной яхты должны быть удачно разработаны определенные соотношения между длиной, шириной, осадкой, балластом и площадью парусности. Преобразуя одно известное изречение, можно воскликнуть: «На

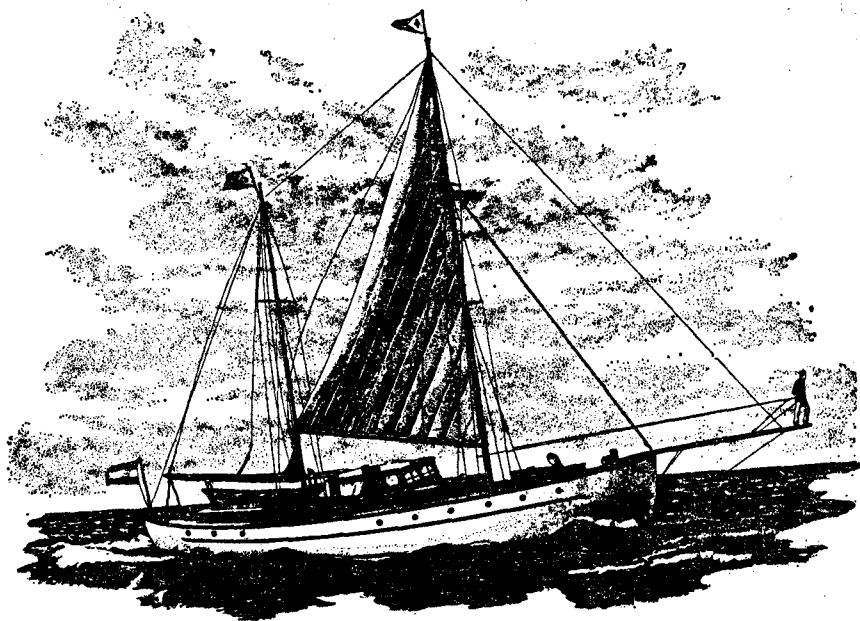


Рис. 104. Моторно-парусная яхта «Сил» для океанской спортивной ловли рыбы. Подобного типа малые суда сочетают высокую мореходность с большой экономичностью. Проект яхты «Сил» был разработан американским конструктором Вильямом Хендом. Длина яхт этого типа 14—25 м. Поставленный на яхте грот парусного вооружения типа кеч служит не столько для движения, сколько как успокоитель бортовой качки.

обводах кормы должен ты познать себя!» И это справедливо, потому что кормовые обводы много говорят о типе судна (парусная яхта или моторный катер, гоночный глиссер или портовый буксир). Первоначально моторно-парусные яхты называли «фифти—фифти» («50—50»), чтобы выразить то, что по своим свойствам это судно на 50% принадлежит к парусным яхтам, а на остальные 50% обладает качествами моторного катера. Вскоре, однако, такие суда стали называть «наинти—наинти» («90—90»): на 90% сохраняется свойство парусной яхты и на 90% — моторного катера.

Упор обычного гребного винта действует точно вперед, в направлении движения судна. Но сила ветра, особенно при излюблен-

ном ходе курсом в полветра, действует поперек направления движения. Если пытаются идти под парусами на обычном моторном катере, то последний дрейфует довольно сильно, поскольку подводная часть судна не создает необходимого бокового сопротивления, т. е. сопротивления против бокового перемещения. Поэтому для получения достаточной боковой поверхности нужно применить опускающийся шверт. С применением такого вспомогательного средства быстроходное моторное судно само сможет идти и только под парусами. Однако подобное «компромиссное» судно ни в коем случае нельзя считать моторно-парусной яхтой. Чтобы моторно-парусная яхта была надежной в условиях морской плавания и могла идти под парусами, как парусная яхта, испытывая бортовую качку в значительно меньшей мере, чем моторный катер, к такой яхте предъявляют следующие требования:

1. В связи с тем что ветер и паруса создают большой крен, нужно повысить остойчивость судна, чему наиболее эффективно способствует низкое расположение балласта.

2. Осадка яхты должна быть увеличена.

3. Площадь руля моторно-парусного судна необходимо предусматривать большей, чем у обычного моторного катера.

4. Следует избегать установки гребного винта большого диаметра, даже за счет частичного ухудшения его к. п. д. Такой гребной винт — помеха для парусного судна.

5. Надводный борт должен быть умеренной высоты, поскольку высокий борт судна препятствует эффективному использованию парусов и повышает сопротивление ветра.

6. Одно- или двухмачтовое парусное вооружение одинаково приемлемо. Мачты должны быть установлены в соответствии с требованиями парусной техники.

7. Вполне допустимы острые обводы кормы, но широкий транец с плоским днищем непригоден.

В отличие от парусной яхты моторно-парусная яхта идет почти без крена. Она хорошо удерживается при ходе в полветра или на полных курсах, но малопригодна или совсем непригодна для хода под парусами с острыми углами к ветру по ломаному курсу (исключение возможно только в случае особо удачного сочетания осадки и обводов корпуса). Несмотря на это, моторно-парусные яхты могут идти под парусами различными курсами, если двигатель работает с меньшей частотой вращения. Упор гребного винта заменяет недостаточную площадь бокового сопротивления, характерную для обычных парусных яхт; моторно-парусная яхта может в этом случае идти под парусами как настоящая парусная яхта и даже лучше. Одновременно исключается сопротивление бездействующего гребного винта. Во время хода судна попутным ветром желательно, чтобы площадь парусов парусной яхты была наибольшей. Так как ход судна и направление ветра совпадают, то остается только выбрать одну из двух действующих сил и определить, какая из них лишняя. На парусной яхте устанавливают при этом

большие дополнительные паруса — балун-кливер и спинакер. На моторно-парусной яхте также можно применять такие паруса. Они во многом способствуют тому, чтобы многодневные путешествия в море проходили благополучно. Ниже кратко рассмотрены три моторно-парусных судна длиной 9,6—17,5 м и приведены чертежи. Ни одно из этих трех малых моторных судов, естественно, не имеет мощного двигателя.

Для применения мощного двигателя необходима плоская транцевая корма, которая для парусных судов нецелесообразна. Все три проекта наглядно показывают, что здесь рассмотрены моторно-парусные яхты особого типа. Прежде всего обводы этих яхт не были заимствованы ни у парусной яхты, ни у туристского моторного катера. Все три проекта достаточно сходны между собой, но их не следует считать единственно возможными вариантами. При разработке моторно-парусных яхт могут быть найдены многочисленные решения⁴⁷.

33. Моторно-парусная яхта „Борнхольм“ длиной 9,6 м

Для получения всех характерных качеств моторно-парусной яхты (высокой остойчивости, отличного хода под парусами, хорошего оборудования жилых кают) наибольшая длина ее 9,6 м — самая подходящая. Кроме того, это наименьшая длина, при которой еще можно предусмотреть кормовую каюту, не уменьшая площадь других помещений⁴⁸.

При разработке проекта любой моторно-парусной яхты прежде всего должно уделяться внимание обеспечению допустимой осадки. Если выбираемая осадка менее 1,0 м, следует предусмотреть шверт, с тем чтобы можно было идти под парусом, т. е. создать достаточное боковое сопротивление. Моторно-парусные яхты, имеющие балластный киль и шверт, называют «компромиссами». По возможности осадку рекомендуется увеличить до 1,2 м. Это положительно скажется на ходе судна под парусами и на повышении его остойчивости.

Парусное вооружение моторно-парусной яхты (рис. 105) — одномачтовое типа шлюп, состоящее из грота и стакселя. Общая площадь парусности на этой яхте составляет 31,6 м² и может при слабом ветре увеличиваться при помощи дополнительных парусов. Стаксель предусмотрен рейковый, т. е. нижний ликтрос паруса проходит по рейку. Поэтому обслуживание судна при ходе под парусами очень простое (стаксель при каждом повороте сам перемещается, как и грот). Если заставить двигатель немного «подрабатывать», то моторно-парусная яхта будет хорошо продвигаться вперед и не понадобится при каждом повороте обслуживать паруса.

Рулевая рубка моторно-парусных яхт имеет большие окна, поэтому во время хода под парусами обеспечивается хороший

обзор. На рис. 105 показан вариант моторно-парусной яхты без кормовой каюты, но с удлиненным кокпитом; в этом случае можно не только установить штурвал в рубке, но и пользоваться румпелем в кормовой части открытого кокпита. Во время путешествия на яхте в хорошую летнюю погоду большой кокпит доставляет пассажирам много удовольствия; там могут быть оборудованы два запасных спальных места. Используя крышу рулевой рубки как надежную опору, нетрудно полностью закрыть кокпит съемным тентом.

Кормовая каюта не лишена также преимуществ, заключающихся в возможности размещения в ней широких и удобных спальных коек (рис. 106). Как у всех катеров, этот проект допускает несколько вариантов планировки жилых помещений и позволяет наиболее удачно их использовать. В носовой части яхты размещены две V-образные койки. В средней части, совсем около трапа, по левому борту, находится большой, хорошо проветриваемый камбуз и изолированный туалет. По правому борту устроен обеденный уголок на четырех человек. Раскладывая крышки стола и спинки диванов, здесь можно устроить двухспальную койку.

Леерное ограждение с постоянным прочным носовым и кормовым релингом подчеркивает мореходный характер этого не совсем маленького моторно-парусного судна. Как показано на рис. 105 и 106, мачта стоит на крыше носовой каюты, причем ее давление передается на киль через переборки туалета, что вполне допустимо.

Если по условиям плавания судна необходима складная мачта, то она должна быть установлена на высоких пасынках (или степе). При высоколежащей точке вращения мачта складывается на крыше рулевой рубки. Правда, мачта выдается в этом случае на 3 м за корму, но там имеет дополнительную опору.

Предельная скорость моторно-парусной яхты — около 14 км/ч, а на больших расстояниях — примерно 13 км/ч. Такая скорость достигается при установке двигателя мощностью около 30 л. с.

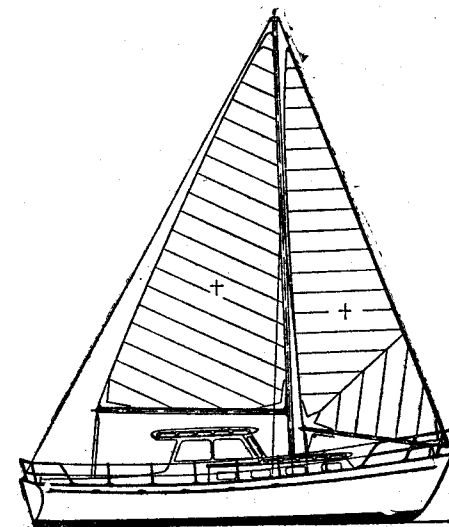


Рис. 105. Парусное вооружение моторно-парусной яхты «Борнхольм» (в м²). Вариант яхты с большим кокпитом, без кормовой каюты.

Грот	18,0
Стаксель	13,6
Генузский стаксель	17,0
Штормовой кливер	6,5
Общая площадь парусности	31,6

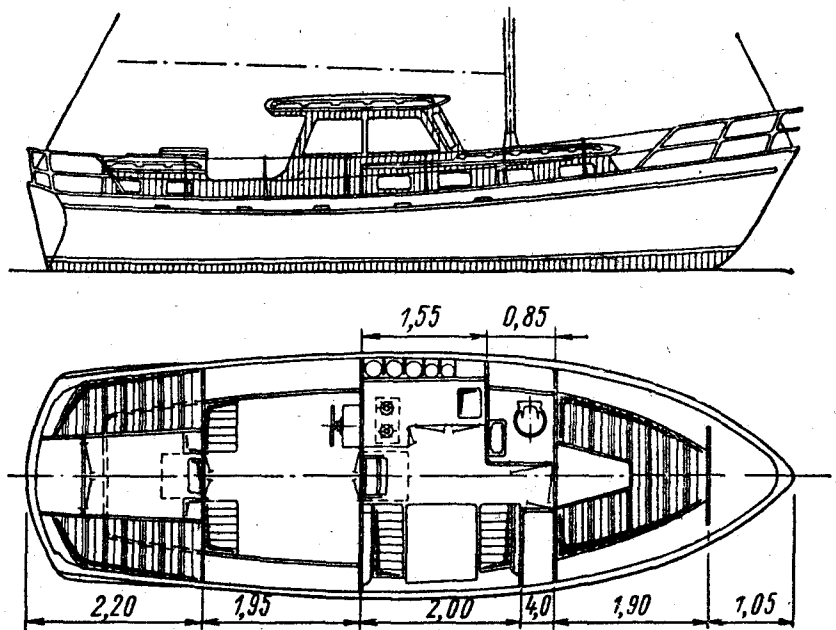


Рис. 106. Моторно-парусная яхта «Борнгольм». Общее расположение. В отличие от яхты, показанной на рис. 105, эта яхта имеет в корме каюту.

Длина, м:		
наибольшая	.....	9,6
по КВЛ	.....	8,3
Ширина, м	.....	3,05
Осадка средняя, м	.....	1,0
Высота борта, м	.....	1,25
Балласт, т	.....	1,5
Водоизмещение, м³	.....	6,6

34. Моторно-парусная яхта „Адриа“ длиной 12,5 м

Для моторно-парусной яхты «Борнгольм» оказалось вполне пригодным одномачтовое парусное вооружение типа шлюп. При большей длине судна и увеличенной площади парусности возникают значительные силы, что заставляет подумать о правильном распределении парусов. При современных лебедках обслуживание парусности значительной площади несложно, тем не менее разделение парусного вооружения имеет ряд преимуществ. Это может быть показано с помощью трех схем вооружения моторно-парусной яхты «Адриа» длиной 12,5 м.

Прежде всего следует рассмотреть схему парусного вооружения на рис. 107. Это вооружение отличается от вооружения типа шлюп наличием второго переднего паруса и называется тендером. В действительности при ходе под парусами это едва заметное раз-

личие может оказаться как преимуществом, так и недостатком. Чтобы обслуживать два небольших передних паруса вместо одного большого, не требуется значительных усилий. В шторм стаксель можно использовать в одиночку, без грота. Он служит в качестве успокоителя качки, а кроме того, в какой-то мере способствует продвижению судна. Второй парус, поставленный впереди, называется кливером. Он обладает хорошей тягой, особенно при легком ветре, однако из-за своего расположения не может иметь гика (рейка). Во время хода яхты кливер должен обслуживаться самостоятельно. Поэтому в случае его применения паруса при повороте оверштаг не будут перемещаться так, как они поворачиваются при рейковом стакселе и гроте. Если лавирование завершается короткими галсами, то работа с кливером становится обременительной, особенно когда яхта идет под парусами с небольшим экипажем. Однако спортивный характер обслуживания кливера привлекателен.

Переход к двухмачтовому парусному вооружению способствует разделению площади парусности. Одновременно уменьшается общая высота парусности, центр парусности смещается вниз, и кренящий момент становится меньшим. К традиционным типам двухмачтового парусного вооружения яхт относятся следующие:

иол — площадь парусности кормовой или бизань-мачты относительно небольшая и равна в среднем третьей части площади грота;

кеч — бизань-мачта имеет большую площадь парусности, чаще всего представляющую среднее значение между $\frac{1}{2}$ и $\frac{3}{4}$ площади грота;

шхуна — задняя мачта является самой большой и несет грот. Передняя мачта получает название фок-мачты. Это парусное вооружение применяется редко.

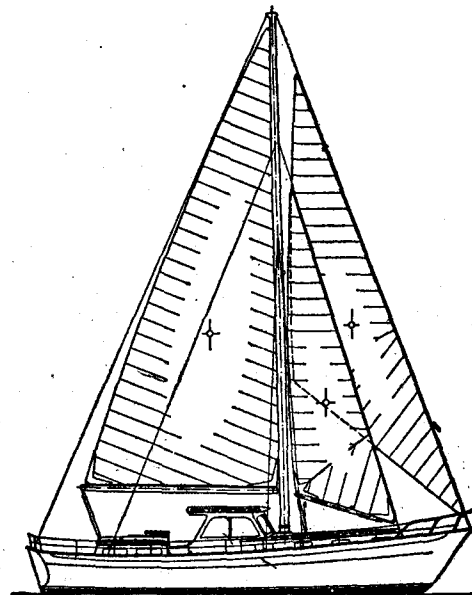


Рис. 107*. Парусное вооружение типа тендер моторно-парусной яхты «Адриа» отличается от вооружения типа шлюп тем, что здесь установлены два передних паруса.

Грот	.....	35,8
Стаксель	.....	11,5
Общая площадь парусности	.....	68,0
Генузский стаксель	.....	54,0
Штормовой кливер	.....	8,6

В то время как парусное вооружение типа тендер выбирается с целью получения возможно большей скорости судна под парусами, двухмачтовое вооружение обеспечивает удобство управления парусами. Для этого, кроме разделения парусности, также выби-

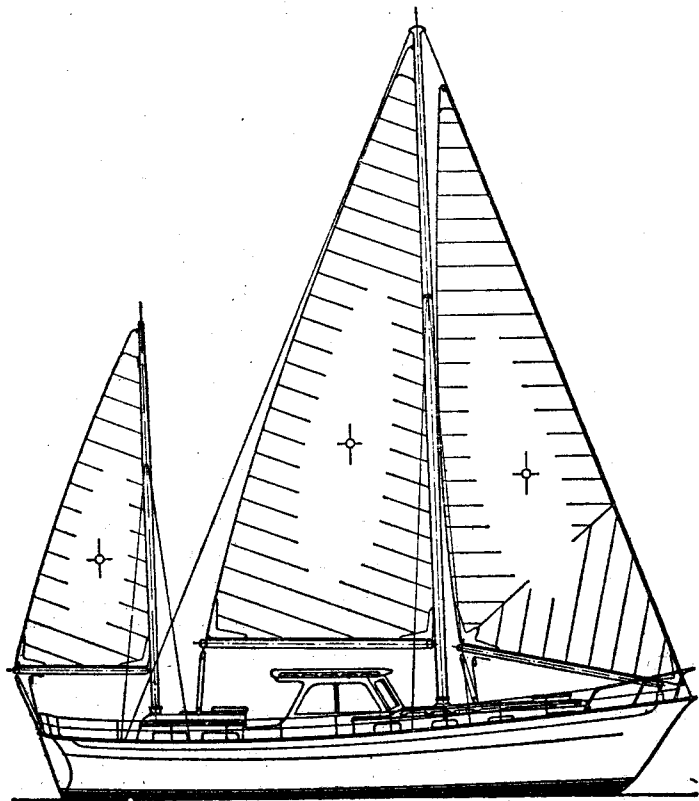


Рис. 108*. Парусное вооружение типа иол моторно-парусной яхты «Адрия» (в м²). Это название относится к двухмачтовому вооружению, бизань которого имеет по отношению к гроту небольшую площадь.

Грот	25,8
Стаксель	23,1
Бизань	9,1
Генуэзский стаксель	38,0
Штормовой кливер	7,6
Общая площадь парусности	58,0

рается относительно небольшая общая площадь парусов. Во время туристских походов разница в скорости подобных яхт столь незначительна, что ею можно пренебречь, но если яхта «Адрия» с парусным вооружением типа тендер будет соревноваться в ходе под парусами с яхтами, вооруженными, как иол или кеч, то она безусловно победит.

В вооружении яхты типа иол (рис. 108) имеется «критическая точка», а именно штаги бизань-мачты. Когда ее небольшой гик выступает за корму яхты, постоянный ахтерштаг не позволяет управлять бизанью, разве только устанавливается выстрел на корме судна. Вместо выстрела во время хода под парусами при

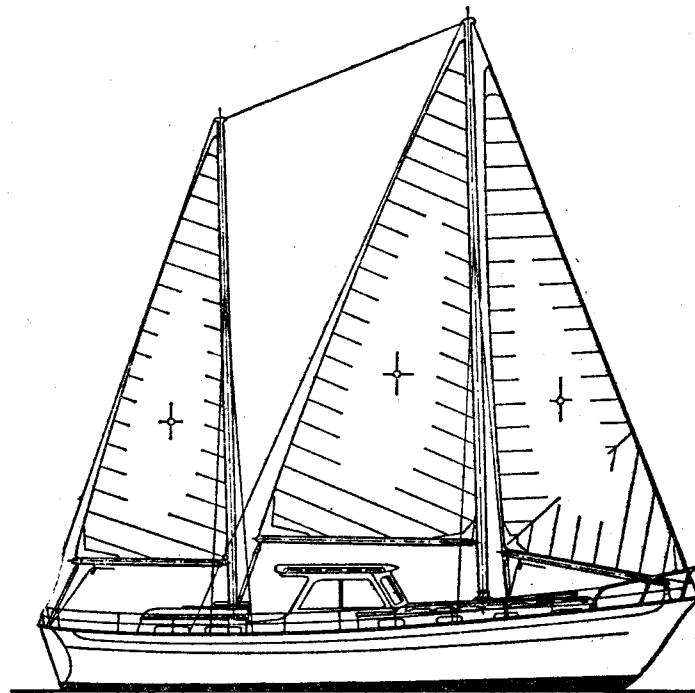


Рис. 109. Парусное вооружение типа кеч моторно-парусной яхты «Адрия» (в м²). Площадь бизани обычно принимают равной от $\frac{1}{2}$ до $\frac{3}{4}$ площади грота.

Грот	19,8
Стаксель	16,2
Бизань	12,0
Бизань-стаксель	28,5
Штормовой кливер	7,6
Общая площадь парусности	48,0

попутном ветре мачта может крепиться двумя съемными боковыми бакштагами. При лавировании этой мачтой не пользуются, однако при фордевинде только наветренный бакштаг может быть натянутым, потому что парус сам стоит на подветренной стороне. Если гик неожиданно перемещается к другой стороне, будь это от перемены направления ветра или из-за невнимательности рулевого, то он тяжело ударяется о стоящий напротив бакштаг и нередко ломается, а иногда бакштаг даже разрывается.

Без сомнения, необходимо иметь достаточно большой рейковый стаксель. Преимущество подобных парусов состоит в том, что при повороте три таких паруса перемещаются самостоятельно, не

нуждаются ни в каком особом обслуживании. У гоночной парусной яхты незначительное уменьшение эффективности действия парусного вооружения типа иол уравнивается тем, что 4% площади парусности не включаются в обмер. Однако для моторно-парусных яхт неприемлемы правила, характерные для гоночных яхт.

В случае двухмачтового вооружения можно идти при полном курсе и под высокоэффективным дополнительным парусом, который не устанавливается, если вооружение одномачтовое. Он выглядит как большой трехугольный кливер, натягивающийся вперед от топа бизань-мачты к палубе, но не к ее середине, а к борту, где укрепляется на фальшборте. Этот парус называется бизань-стаксель или апсель.

Парусное вооружение типа кеч (рис. 109) по высоте на 10% ниже; одновременно сокращена площадь парусов. Бизань-мачта продвинута несколько вперед, чтобы нок гика находился в пределах палубы яхты. Это позволяет установить постоянный ахтерштаг, крепящийся на корме. У моторно-парусной яхты умеренная потеря площади парусности компенсируется за счет установки любого из многих дополнительных парусов.

Разделение площади парусности обеспечивает наиболее удобную постановку и уборку парусов и при внезапно усилившемся ветре. В этом случае, чтобы уменьшить площадь парусности, нужно только убрать грот. Яхты с вооружением типов иол и кеч остаются полностью управляемыми при ходе под передними парусами и бизанью. Размер и распределение площади парусности зависят, с одной стороны, от силы тяги ветра, а с другой стороны — от остойчивости судна. Чем выше центр парусности, тем большей должна быть осадка судна.

Из сказанного следует, что на яхте не может быть поставлено высокоэффективное парусное вооружение, если в результате недостаточной осадки возникает излишне большой дрейф. Данные о взаимосвязи характеристик проекта яхты «Адрия» с тремя различными видами парусного вооружения приведены ниже:

	Тендер	Иол	Кеч
Общая площадь парусности, м ²	68,0	58,0	48,0
Площадь самого большого паруса, м ²	35,8	25,8	19,8
Наибольшая высота мачты, м	16,7	14,5	12,8
Соответствующая необходимая осадка, м	1,70	1,60	1,50

Выбор типа парусного вооружения зависит от наклонов и вкусов владельца судна, а также от района плавания. Нет никаких оснований добиваться при парусном вооружении типа тендер большой площади парусности или малой при вооружении типа кеч. Желание иметь большую скорость яхты приводит к одномачтовому парусному вооружению и значительной осадке; намерение спокойно плыть под парусами будет способствовать выбору двухмачтового вооружения.

При выборе любого типа парусного вооружения в киле предусматривается балласт. Внутренний балласт является, как правило, излишним.

Сравнивая общее расположение моторно-парусной яхты «Адрия» (рис. 110) и небольшой яхты «Борнхольм», отметим, что на обеих яхтах предусмотрено одинаковое количество спальных мест. Однако увеличение длины яхты «Адрия» на 3 м (по сравнению

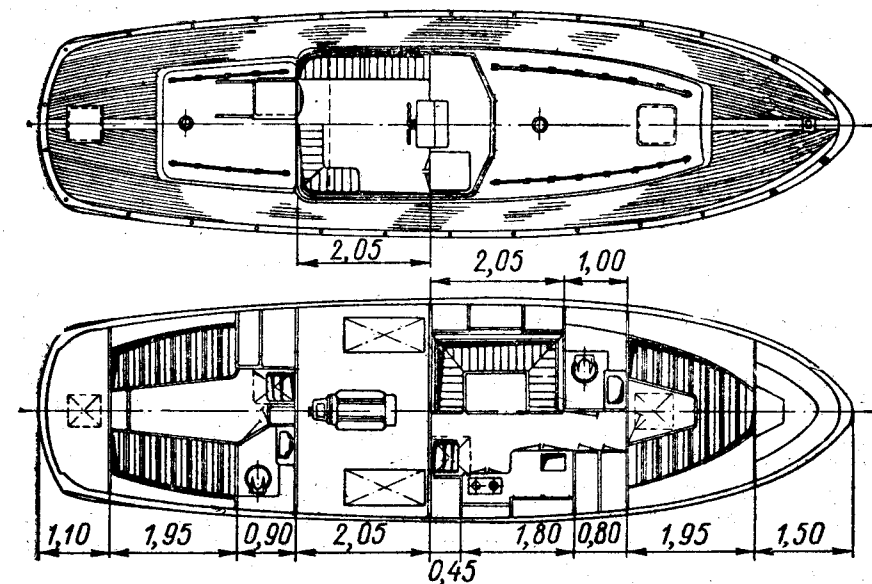


Рис. 110. Моторно-парусная яхта «Адрия». План палубы и общего расположения. Площадь палубы и помещений очень большая. Вид сбоку и размещение рулевой рубки см. на рис. 107 и 108.

Длина, м:		
наибольшая	.....	12,5
по КВЛ	.....	10,65
Ширина, м	.....	3,4
Осадка средняя, м	.....	1,35
Высота борта, м	.....	1,75
Водоизмещение, м ³	.....	11,8
Балласт, т	.....	3,6

с яхтой «Борнхольм») позволило спроектировать более просторные помещения, дало возможность высвободить площадь на палубе, предусмотреть место для шкафа и второго туалета. Каюта, расположенная в корме судна, полностью изолирована, просторная, имеет туалет и шкаф. Большой кокпит, расположенный в середине судна, почти полностью защищен рулевой рубкой, остальная его часть, открытая с кормы, может быть при плохой погоде закрыта брезентовым тентом. Поэтому в кокпите можно разместить два запасных спальных места. Далее в нос находится главная каюта с обеден-

ным столом на левом борту; на правом борту — просторный, хорошо оборудованный камбуз. Расположенный в каюте U-образный диван также может быть переоборудован в двухспальную койку. Здесь же находится второй изолированный туалет, а в передней части яхты — каюта с двумя V-образными койками для гостей.

Под полом рулевой рубки имеется достаточно места, чтобы к главному двигателю обеспечивался свободный подход. Очень удобно помещены там обе топливные цистерны, место расположение которых совпадает с центром тяжести площади ватерлинии, поэтому дифферентующий груз становится излишним.

Судно с такими обводами и размерениями может иметь постоянную скорость до 14,8 км/ч. Поэтому вполне достаточно установить двигатель мощностью 40 л. с. Однако для осторожности и создания резерва мощности лучше всего выбрать двигатель мощностью от 60 до 75 л. с. ⁴⁹.

35. Моторно-парусная яхта „Лас Пальмас“ длиной 17,5 м

Размерения этой яхты достигают значений, при которых едва ли могут быть еще увеличены дальность плавания или уже более чем достаточный размер помещений. Яхта такого размера вряд ли когда-либо получала парусное вооружение типа шлюп или тендер, хотя одномачтовое вооружение применяется при наибольшей длине до 40 м (правда, лишь для гоночных яхт, участвующих в важнейших соревнованиях международного класса). При постройке яхт с парусным вооружением, особенно моторно-парусных яхт рассматриваемых здесь размеров, предпочтение отдается двухмачтовому вооружению.

Несмотря на большую ширину корпуса (до 4,8 м), обводы корпуса яхты не отличаются, по существу, от обводов двух небольших моторно-парусных яхт, описание которых приведено выше. Здесь можно использовать в качестве варианта острую корму, а также клиперштевень.

На рис. 111, вид сбоку, показана типичная моторно-парусная яхта с умеренно широким транцем и острыми оконечностями ватерлиний.

В отличие от меньших яхт, на этой яхте установлены два поста управления, один из которых, закрытый, расположен внутри палубной рубки, а другой, открытый, находится на мостике недалеко от бизань-мачты. Как показывает опыт, открытый пост используется приблизительно 90% времени путешествия. Свободный обзор и пребывание на свежем воздухе на море несомненно благоприятны; отрицательное действие оказывают только холод или продолжительные дожди. Внутренний пост управления не обеспечивает достаточного обзора во время хода судна в узостях и

при оживленном движении судов на фарватере, поэтому в условиях маневрирования внешнему посту также отдается предпочтение.

Если судно при сильном волнении испытывает килевую качку, то зона наименьших ускорений расположена в районе между $\frac{1}{3}$ и $\frac{1}{4}$ длины судна от кормы. Кто предрасположен к морской болезни, скрепя сердце, смирится с дождем и ветром, и охотнее

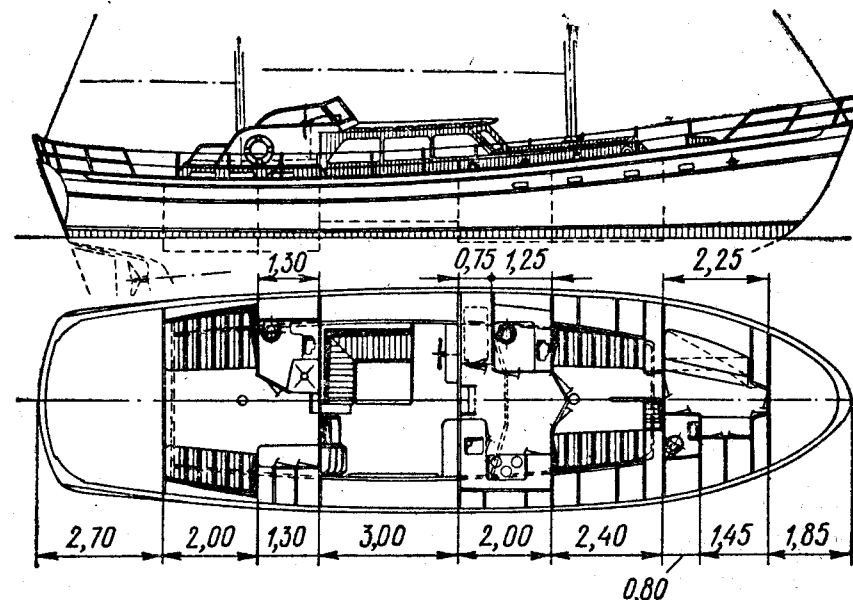


Рис. 111. Моторно-парусная яхта «Лас Пальмас». Вид сбоку и план общего расположения. На яхте подобных размерений предусмотрены просторные внутренние помещения. Имеются два поста управления: один — в палубной рубке, второй (открытый) — на мостике за рубкой.

Длина, м:		
наибольшая	.....	17,5
по КВЛ	.....	15,4
Ширина, м	.....	4,8
Осадка средняя, м	.....	1,6
Высота борта, м	.....	2,0
Балласт, т	.....	5,8
Водоизмещение, м ³	.....	28,5

будет находиться на наружном посту управления, чем в рубке. Только на палубе, укрывшись от непогоды непромокаемой одеждой, можно вдохнуть в себя свежий воздух. Лучшее же место для сна и отдыха — койки в каюте владельца. Немногим уступает им L-образный диван в рубке.

Общее расположение, представленное здесь, как и любое другое, допускает ряд вариантов, отвечающих личным вкусам владельца судна. Приведенное общее расположение яхты оправдало себя на практике. Рубка с постом управления и большим столом

является главным жилым помещением. Площадь ее достаточна для установки всех навигационных приборов. Прилегающая к корме каюта владельца просторна; здесь на левом борту предусмотрена двупальная койка. Вместительный шкаф и личный туалет с душем дополняют кормовое помещение. В нос от палубной рубки на правом борту находится большой камбуз, напротив него — запасной холодильник и туалет для гостей. Две двери ведут к двум каютам для гостей, в которых койки могут быть оборудованы одна над другой. В носовой оконечности судна находится каюта для обслуживающего персонала (боцмана и матроса) с двумя койками. Здесь же предусмотрено размещение небольшого туалета.

На рис. 112 показано парусное вооружение судна типа кеч, описание которого уже приводилось при сравнении трех видов вооружения моторно-парусной яхты «Адрия». На этом рисунке можно видеть два дополнительных паруса, заслуживающих упоминания. Бизань-стаксель показан на рисунке пунктиром. Именно он идет от топа бизань-мачты и выводится в нос вблизи грот-мачты. При галфинде и бакштаге этот парус несет основную нагрузку. Одновременно он способствует действительному увеличению площади парусности, так как площадь бизань-стакселя составляет около 50% площади парусности, обеспечивающей ход судна под парусами.

Передний треугольный парус можно использовать различным способом. Здесь показан большой стаксель, который бывает и рейковым. Треугольный парус такого размера оказывается удобным для разделения его на два передних паруса, как в парусном вооружении типа тендер. В результате яхта сможет идти под небольшим рейковым стакселем или большим кливером. В случае слабого ветра здесь, как и при парусном вооружении других типов, можно поставить большой генуэзский стаксель, который почти наполовину перекрывает грот.

На штаге обозначен пунктиром небольшой штормовой кливер. Он ставится вместе с зарифленным гротом во время шторма. Моторно-парусная яхта во время шторма не идет под парусами, но установка небольшого паруса позволяет смягчить бортовую качку.

Немало судовладельцев предпочитают моторно-парусную яхту из-за морского вида парусного вооружения. Обводы таких яхт с глубоко размещенным наружным балластом действуют притягательно и вызывают чувство безопасности.

Для обслуживания парусов часто бывает трудно подобрать соответствующую команду. Действительно, суда теперь так редко ходят под парусами. Иной раз на старых моторно-парусных судах решают, стоит ли приобретать новые паруса вместо износившихся старых.

Даже если совсем не использовать паруса, моторно-парусные яхты останутся судами, привлекательными для морских путешествий⁵⁰.

Длина по ватерлинии моторно-парусного судна «Лас Пальмас», достигающая 15,4 м, обеспечивает ему постоянную устойчивую скорость до 17,6 км/ч. Чтобы получить такую скорость, необходимо установить двигатель мощностью 70 л. с., но для запаса мощности и сохранения ресурса двигателя следует выбрать главный двигатель мощностью от 100 до 120 л. с.

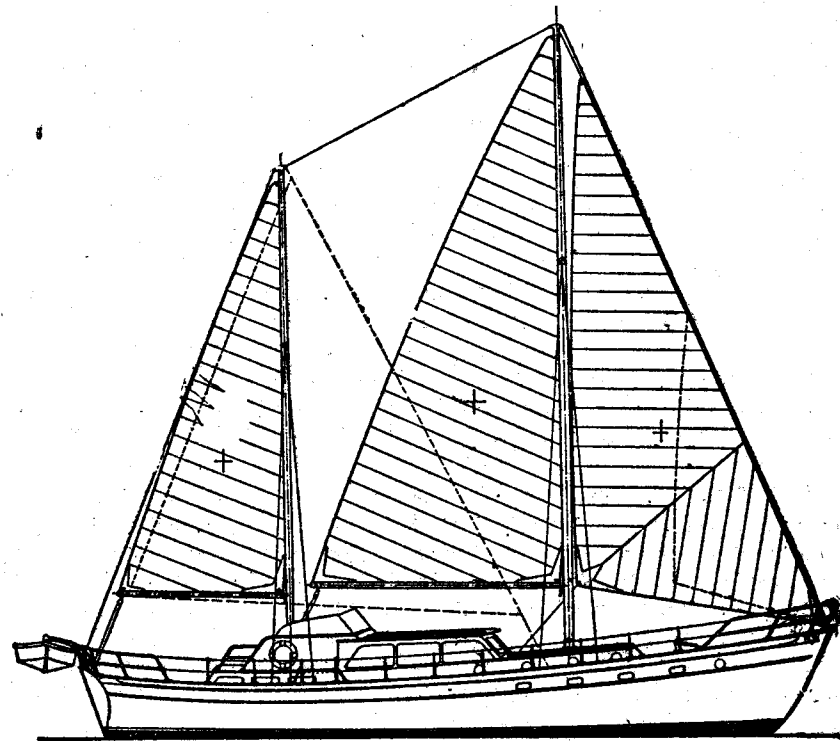


Рис. 112. Парусное вооружение типа кеч моторно-парусной яхты «Лас Пальмас» (в м²). При такой большой длине палубы бизань-мачту можно закрепить ахтерштагом.

Грот	38,5
Стаксель	34,2
Бизань	18,8
Генуэзский стаксель	56,0
Бизань-стаксель	45,5
Штормовой кливер	11,2
Общая площадь парусности	91,5

Обводы рассматриваемой моторно-парусной яхты характеризуются изящной обтекаемой формой кормы, даже если она переходит в транец. Такие обводы существенно отличаются от обводов полуглиссирующего туристского моторного катера, потому что широкий транец с плоским днищем не соответствует парусному судну. Это возникает из-за естественного ограничения значений

скорости, которые не должны существенно превышать относительную скорость $R = 4,8$. Соответствующая скорость легко может быть достигнута при ходе с двигателем, а при благоприятной силе ветра — под парусами. В приводимой ниже таблице сопоставлены

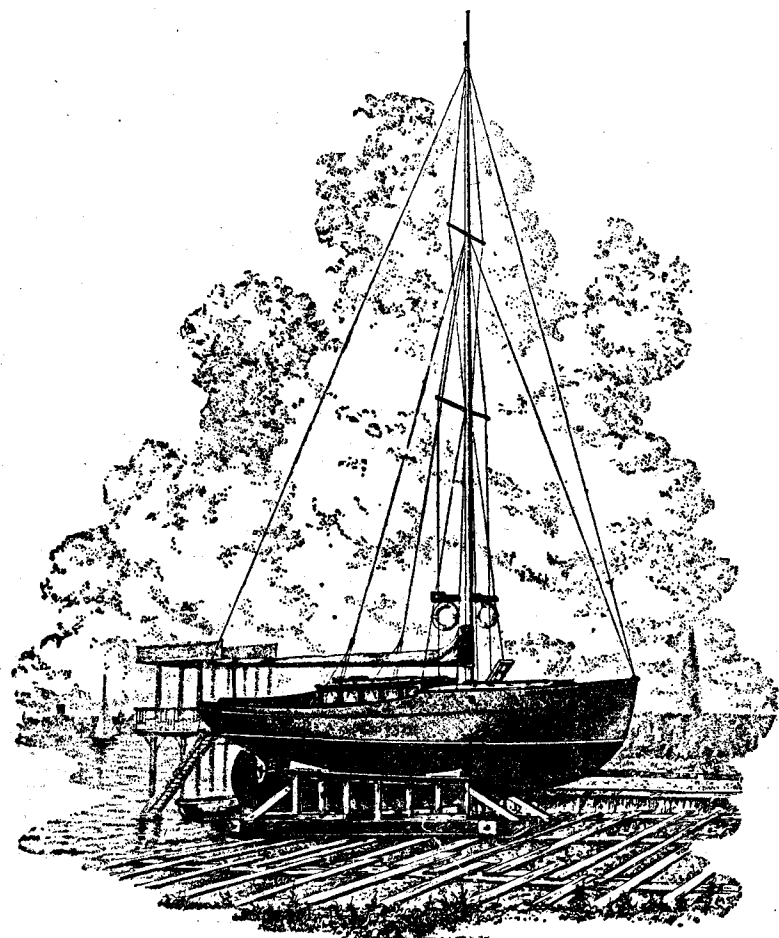


Рис. 113. Моторно-парусная яхта, стоящая на слипе. Обводы ее подводной части подобны обводам крейсерских парусных яхт. Это сходство дополняют большое перо руля, высокое парусное вооружение типа шлюп и необычно маленький гребной винт. Моторно-парусная яхта такого типа может ходить как под парусом, так и с помощью двигателя.

предельные значения скорости моторно-парусных яхт различной длины. Указывается скорость натуральных ходовых испытаний, которая при хорошем ветре под парусами легко может быть достигнута на таких яхтах. Одновременно она представляет

рекомендуемую и до некоторой степени идеальную экономическую скорость плавания с помощью двигателя!

Длина по КВЛ, м	Предельная скорость яхты		Скорость на натуральных ходовых испытаниях под парусами	
	км/ч	уз	км/ч	уз
6,0	11,75	6,35	9,80	5,30
8,0	13,60	7,35	11,30	6,10
10,0	15,15	8,20	12,65	6,85
12,0	16,60	9,00	13,85	7,50
14,0	18,00	9,70	14,95	8,10
16,0	19,20	10,40	16,00	8,65
18,0	20,40	11,00	17,00	9,20
20,0	21,45	11,60	17,90	9,65

На рис. 113 показана еще одна моторно-парусная яхта, имеющая обводы старомодной крейсерской парусной яхты.

36. Наименьшая моторно-парусная яхта длиной 5,5 м

Моторно-парусная яхта может иметь намного меньшие размеры, чем описанная ранее яхта «Борнхольм» длиной 9,6 м. Приводимые ниже размерения принадлежат современной серийной поставляемой моторно-парусной яхте с корпусом из стеклопластика, оборудованной в носу небольшой каютой-убежищем с двумя койками⁶¹:

Длина, м:	
наибольшая	5,5
по КВЛ	4,75
Ширина, м	2,05
Осадка, м	0,62
Высота борта, м	0,95
Площадь, м ² :	
грота	7,7
стакселя	5,3
Общая площадь парусности, м ²	13,0
Балласт, кг ³	300
Мощность двигателя, л. с.	5—10

На рис. 114—119 показан ряд современных мореходных судов.

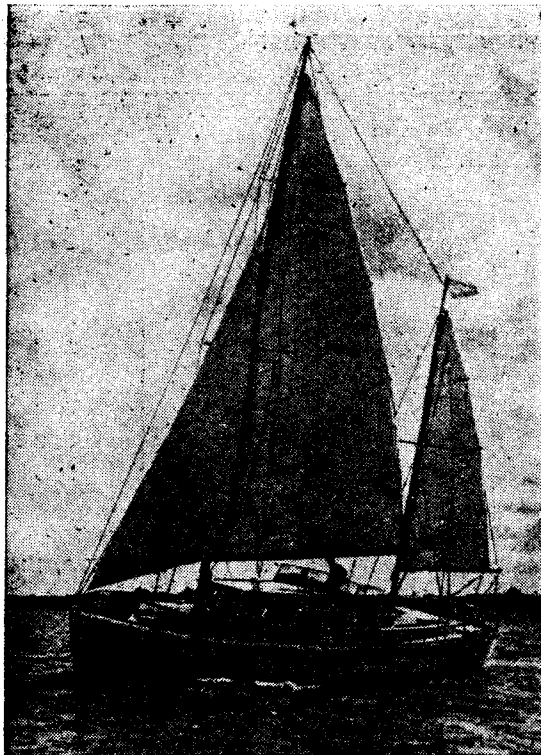


Рис. 114. Моторно-парусная яхта «Сарго» на Паране. Длина наибольшая 17 м, осадка 1,8 м, ширина 4,2 м. Яхта имеет парусное вооружение типа иол с одним стакселем.

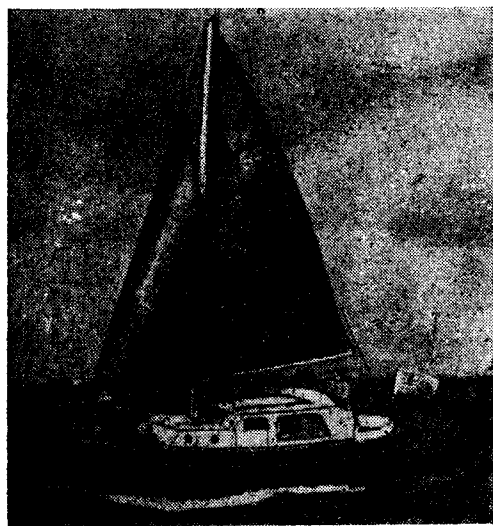


Рис. 115. Моторно-парусная яхта «Фишерман-27», освоенная серийным производством (Англия). Длина наибольшая 8,4 м, ширина 2,68 м, осадка — 0,71 м. Корпус выполнен по специальному способу фирмы «Фейри Мерин» из семи слоев древесного шпона, формованного при нагреве и под давлением.

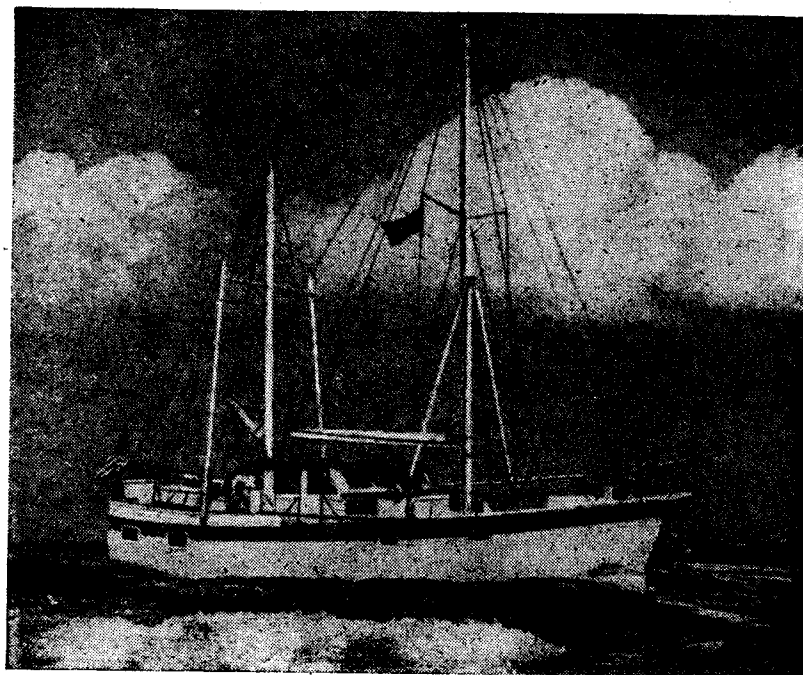


Рис. 116. 15-метровый парусно-моторный катер для больших переходов «Песэджмэйкер». Построен по проекту владельца, капитана Роберта Биба, и испытан на больших океанских переходах. На бизань-мачте видны две вываливающиеся стрелы, которые служат для устройства успокоения бортовой качки.

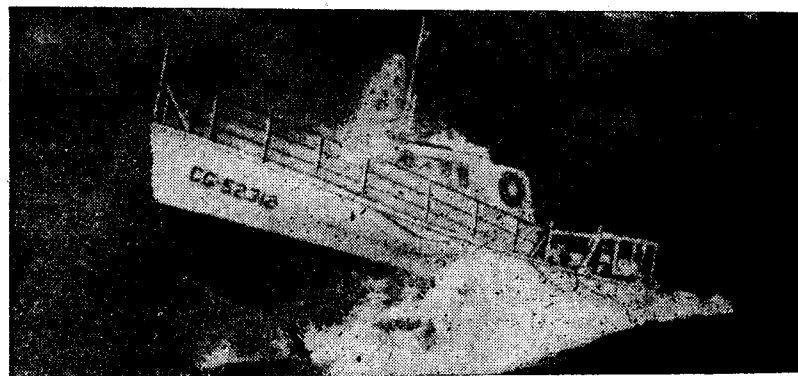


Рис. 117*. 16-метровый спасательный катер американской береговой охраны.

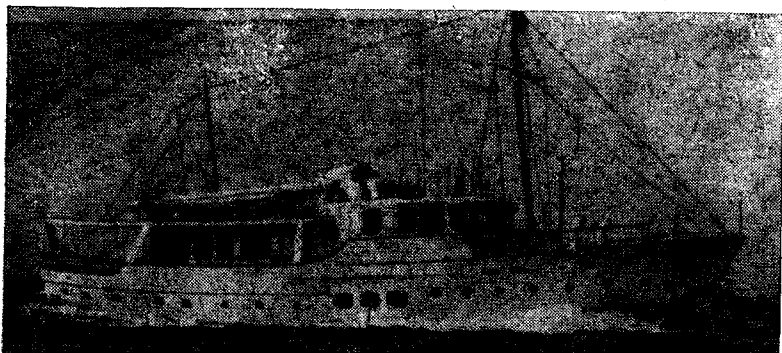


Рис. 118*. Двухвинтовая дизельная яхта «Маня» длиной 25,6 м. Построена Фризом Ленцем. Оборудованная двумя дизелями «Глениффер» мощностью по 160 л. с. она развивает скорость до 21,2 км/ч.



Рис. 119*. Быстроходная двухвинтовая дизельная яхта «Зеебер» длиной 32,8 м. Оборудованная двумя дизелями «Даймлер» мощностью по 1350 л. с., она развивает скорость 54 км/ч.

37. Современные гонки катеров на море

За последние годы значительно возрос интерес к быстроходным катерам «открытого» моря. Гонки на море и в прибрежных зонах привели к неожиданному прогрессу в постройке мореходных катеров и дали возможность извлечь из этого самые разнообразные уроки.

Плавание тихоходных моторных катеров отличается от океанских переходов парусных яхт только тем, что они не зависят от ветра. Но как только для увеличения скорости на море увеличи-

вают мощность двигателей, так выявляется зависимость от ветра. Ветер силой 3 балла означает для парусного судна спокойный, приятный бриз; ветер силой 4 балла позволяет ему хорошо идти под парусом. При шестибалльном ветре команде становится не по себе. Люди мокнут, яхта получает сильный крен и испытывает килевую качку, превышающую ту, которую большинство моряков, плавающих на парусных судах, считает приятной. Но сила ветра во время гонок моторных катеров на море должна быть меньше на 2 балла! Полное отсутствие ветра — идеальное условие для высокой скорости катеров; сила же ветра, равная 4 баллам,

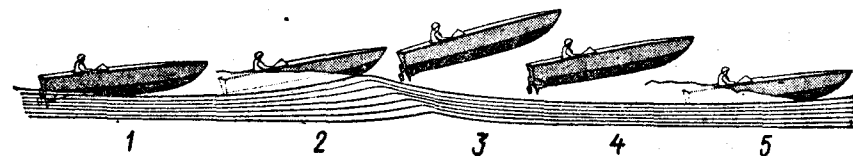


Рис. 120. Глиссирующие катера на высокой скорости подлетают даже при сравнительно небольшом волнении. Показан подлет катера на волне при ветре около 4 баллов.

1 — положение катера при высокой скорости на тихой воде; 2 — носовая часть катера на вершине волны; 3 — катер подбрасывается в воздух; 4 — полет катера с приподнятым носом; 5 — при ударе корма первой касается воды.

вызывает такие безумные прыжки, которые может выдержать лишь человек, получивший огромную спортивную закалку.

Любая не слишком маленькая волна действует на катера, предназначенные для тонок в прибрежной зоне, подобно трамплину. Даже полное безветрие на море не гарантирует быстрого хода, поскольку мертвая зыбь вызывает такой же эффект. На рис. 120 показано, как катер в результате высокой скорости подлетает на волне. При этом гребной винт часто полностью выходит из воды и двигатель работает без нагрузки. Подлетев, катер затем с большой силой ударяется о воду, образуя тучу брызг и пены. Чтобы уменьшить этот удар, одинаково опасный для людей и для катера, придумали V-образные шпангоуты глубокой формы, без которых немислимы морские гоночные катера.

В журналах гоночный катер всегда изображают во время высокого прыжка, так как это производит сильное впечатление на читателя. Следует обратить внимание не на прыжок катера и вращающийся гребной винт, а на поверхность моря. По отсутствию белых пенных гребней можно определить силу ветра, равную 3 баллам. Далеко отстоящие друг от друга пенные гребни показывают, что сила ветра, очевидно, достигла 4 баллов. Прыжок катера представляется просто не соответствующим состоянию моря. Но поверхность моря производит обманчивый эффект не только на фотографии, но и при наблюдении с берега. Волны становятся заметными лишь тогда, когда образуются пенные гребни, что происходит при ветре силой 5 баллов. Это наибольшая

сила ветра, при которой яхты еще идут под полными парусами. Однако морские гонки катеров при таком умеренном волнении уже не проводятся.

С 1903 г., когда состоялись первые гонки моторных катеров, размах состязаний в наибольшей скорости на воде постоянно увеличивался. Небольшие катера и очень легкие двигатели с высокой мощностью достигали удивительных результатов в гонках и попытках установить рекорды. Однако это всегда происходило при определенном условии — тихая вода!

Пятьдесят лет спустя, в 1956 г., началась история гонок моторных катеров в открытом море (рис. 121—125). В том году состоялись первые гонки Майами—Нассау. Маршрут гонок протяженностью 165 морских миль проходил от Майами в штате Флорида на Американском континенте до г. Нассау на Багамском острове Нью-Провиденс.

В течение трех лет старались найти подходящий тип катера. Все испытанные большие катера с высокой мощностью двигателей и гоночные катера с еще большими размерениями оказались более или менее пригодными, в зависимости от погоды. Наконец в 1960 г. впервые появился катер с обводами типа «глубокое V», спроектированный Раймондом Хантом, и произвел переворот в морских гонках моторных катеров.

Когда в 1961 г. в Европе состоялись первые морские гонки у южного побережья Англии, то их победителем вновь оказался катер с обводами типа «глубокое V», спроектированный Р. Хантом. Английские гонки Каус—Торки положили начало этому виду спорта в Европе. В первые годы гонки проводились на дистанции 156 морских миль, однако в последнее время благодаря тому, что старт и финиш были перенесены в г. Каус на острове Уайт, дистан-

ция увеличилась до 198 миль. Морские гонки на определенную дистанцию проводились на многих морях — на Средиземном море и у берегов Швеции на Балтийском море, у Тихоокеанского побережья Америки и в Южной Америке.

Сопоставление важнейших данных, полученных на гонках Каус—Торки (см. таблицу), наглядно показывает прогресс гонок катеров на море. Бросается в глаза очень большое количество дизелей. Из-за повышенного веса двигателей катера с дизелями находились в несколько невыгодном положении, однако это, очевидно, компенсировалось большей выносливостью и разрешенным увеличенным объемом рабочего двигателя⁵².

Количество катеров, выбывших из гонок, очень велико и в значительной степени зависит от погоды. Гонки при хорошей погоде и на тихой воде были в 1964, 1967 и 1969 гг. Это были годы наименьших потерь и самых высоких скоростей. При сравнении двух гонок при плохой погоде, а именно, в 1965 и 1968 гг. видно, что в первых гонках победителем стал очень большой катер с дизелем, а во вторых — очень маленький катер с бензиновым двигателем.

Победа «Телстара» просто удивительна — такой небольшой катер выиграл гонки при очень плохой погоде! Этому вероятно, способствовало не только превосходное поведение его на волнении, но и умелая тактика водителя, избравшего более длинную дистанцию, где поверхность воды была спокойнее. Однако не все потери во время гонок произошли из-за повреждений, вызванных волнением моря. Даже очень прочные катера с надежными механизмами иной раз проигрывали. Случалось, что кончался запас топлива недалеко от финиша или не выполнялись правила соревнований.

Если не учитывать победителя гонки 1962 г. — необычно большой катер «Трамонтана I», то размерения победивших катеров

Гонки Каус—Торки

Год	Победитель	Длина наиболь- шая, м	Общая мощность, л. с.	Средняя скорость	
				уз	км/ч
1961	«Тандерболт»	7,65	600	22,0	40,7
1962	«Трамонтана I»	13,10	2300	32,0	59,0
1963	«Сперанцилла»	9,15	800	35,0	65,5
1964	«Сурайдер»	9,45	760	42,5	78,0
1965	«Брэйв Моппи»	11,00	1100	34,5	63,5
1966	«Хорст Райдер»	8,50	1000	35,5	65,5
1967	«Серфэри»	11,00	1100	46,0	84,5
1968	«Телстар»	7,70	600	33,0	61,0
1969	«Сигарет»	9,75	950	57,7	105,0

Зарегистрировано катеров			Стартовало	Финиши- ровало	Выбыло, %
с бензиновым двигателем	с дизелем	всего			
23	13	36	27	9	67
37	10	47	41	15	63
40	14	54	50	28	44
34	14	58	45	39	13
36	24	60	50	27	46
27	19	46	39	18	54
42	20	62	58	39	33
48	18	66	54	18	67
46	29	75	53	41	23

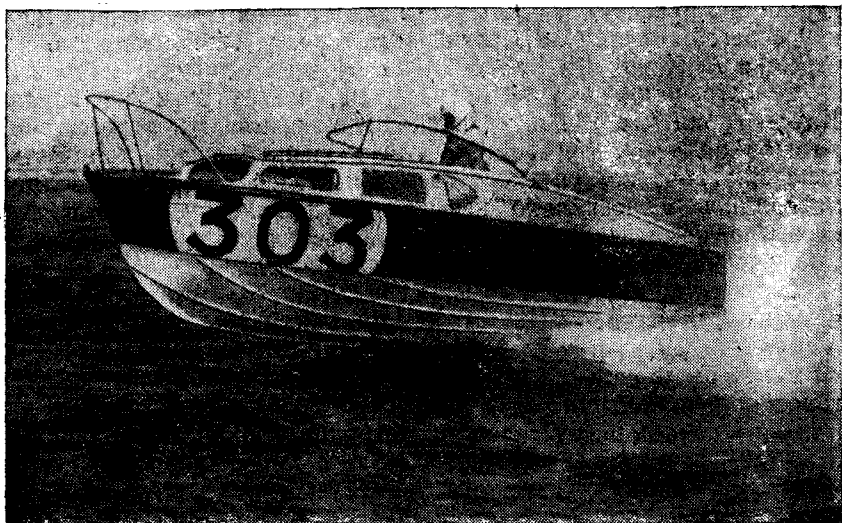


Рис. 121. Малый мореходный спортивный катер «Фейри Хантресс-23». Длина катера 7 м, ширина 2,6 м. Оборудован дизелем «Перкинс» мощностью 135 л. с. Верфь-строитель — «Фейри Мерин» (Англия).

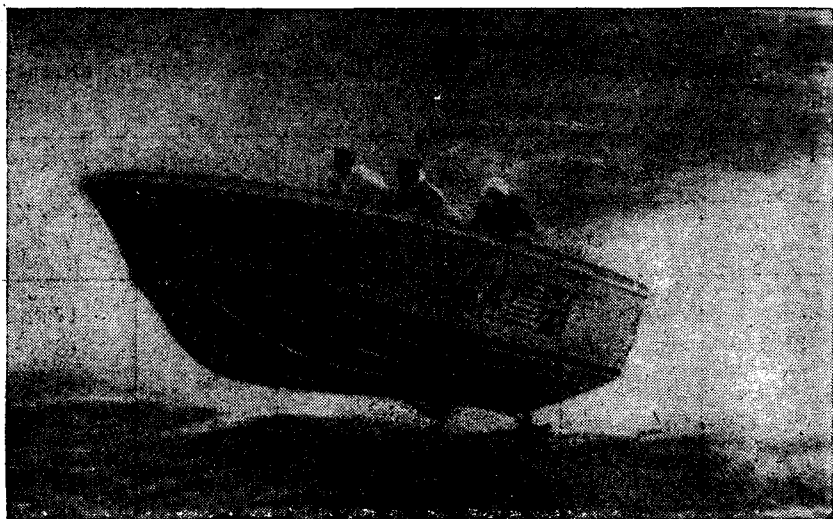


Рис. 122*. Американский гоночный катер серии «Формула» — победитель многих морских гонок. Построен из стеклопластика (Майами). Обводы катера — типа «глубокое V».

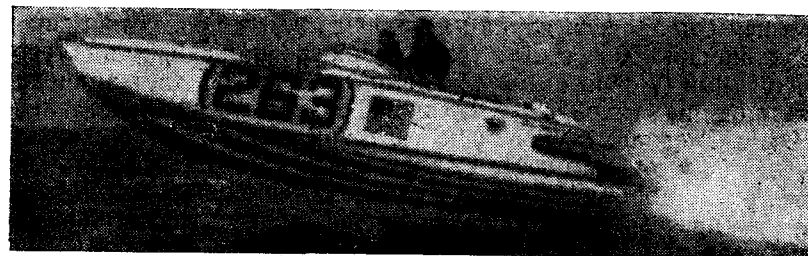


Рис. 123*. «Чост Райдер» — победитель гонок Каус—Торки 1966 г. Корпус катера деревянный многослойный клееный. Катер построен в Каусе (о. Уайт, Англия).



Рис. 124*. Современный гоночный катер с четырьмя подвесными моторами «Меркюри» общей мощностью 500 л. с. Корпус катера длиной 9,75 м построен из стеклопластика фирмой «Кэри».



Рис. 125*. «Сигаретт». На этом катере американский гонщик Дон Ароноу победил в 1969 г. на первенстве мира по морским гонкам. Катер построен из стеклопластика фирмой «Кэри», имеет два двигателя мощностью по 475 л. с. с Z-образной передачей.

в среднем составляют: длина наибольшая 9,2 м; мощность машинной установки 850 л. с. Для таких гонок средняя скорость катеров с глубокими V-образными обводами на большой дистанции при безветрии, на тихой воде, должна равняться приблизительно 120 км/ч. В случае легкого бриза и ветра силой 2 балла скорость составит 90 км/ч. При ветре силой 3 балла можно достигнуть скорости, равной приблизительно 70 км/ч. Ветер силой 4 балла является уже пределом для таких гонок (так было на гонках 1968 г.). Возможная при этом средняя скорость равна 60 км/ч.

Первые 500-мильные Багамские гонки⁵⁹. Из всех регулярно проводившихся в то время гонок моторных катеров в открытом море это были гонки на самое большое расстояние. Дистанция превышала 445 морских миль.

В мае 1967 г., когда впервые стартовали участники этой гонки, волнение оказалось довольно сильным. Поскольку курс был проложен между Багамскими островами, волнение мешало лишь на некоторых участках дистанции. Однако из 61 стартовавшего катера пришло к финишу лишь 16! Один катер сгорел, два утонули, 42 катера вынуждены были сойти с дистанции — большей частью из-за механических повреждений оборудования и корпусов.

Среди дошедших до финиша катеров был даже один типично американский катер — плавучая дача с низким корпусом и высокой надстройкой. Правда, корпус его имел необычные для этого типа глубокие V-образные обводы. И, кроме того, катер шел достаточно осторожно со средней скоростью 26 км/ч. Победитель достиг поистине удивительной средней скорости — 74 км/ч; последующие шесть катеров шли со скоростью 60 км/ч или более. Моторные установки первых шести катеров были следующими:

- у катера-победителя — 2 двигателя с Z-образной передачей;
- у второго и третьего — по 3 подвесных мотора;
- у катеров с четвертого по шестой — по 2 стационарных двигателя.

Первые гонки «Вокруг Великобритании». Сообщение о том, что в 1969 г. состоятся гонки на дистанцию общей протяженностью 1405 морских миль, вызвало живой интерес любителей водно-моторного спорта. Какие уроки удастся извлечь из этих гонок? Какой тип катера лучше всего оправдал бы себя в гонках на большую дистанцию, разбитую в среднем на 10 этапов? Предоставилась возможность проявить техническую инициативу, так как в гонках было разрешено участвовать даже надувным резиновым лодкам. Вначале объявили, что в гонках примет участие гоночный катер из тонкостенного железобетона, который будет оборудован современным легким паровым приводом, но вскоре разговоры об этом проекте затихли, хотя неожиданности такого рода вполне возможны.

Из десяти участков маршрута лишь два имели протяженность менее 185 км, большую часть дистанции составляли участки длиной от 233 до 286 км. На старт вышел 41 из 50 зарегистрированных

катеров. Здесь были катера, олицетворявшие в высшей степени различные творческие замыслы — от большой надувной резиновой лодки с подвесным мотором до южноарабского торпедного катера длиной 17 м.

Из 41 стартовавшего катера финишировали 24. Такой высокий процент доказывает, что уроки упомянутых выше гонок Каус—Торки были отлично усвоены. В общей сложности проведено 10 гонок, $\frac{3}{4}$ из которых имели одинаковую дистанцию. На большей части дистанции гонок была хорошая погода. Только на двух отрезках маршрута, пролегавших у северо-восточного побережья, наблюдались помехи от сильного волнения.

Среди первых двенадцати катеров, которые успешно финишировали, был лишь один катер длиной более 10 м, а именно, гоночный катер (12,2 м), построенный из легкого сплава и оборудованный двумя дизелями мощностью по 350 л. с. Остальные 11 катеров имели длину от 7,5 до 8,5 м. Из них 7 корпусов были выполнены из слоистой клееной древесины, а остальные 4 — из стеклопластика.

Победивший катер был оборудован тремя подвесными моторами по 125 л. с.; катер, пришедший вторым, имел два стационарных бензиновых двигателя мощностью по 450 л. с. Однако на третьем катере были установлены два дизеля мощностью лишь по 164 л. с. Семь из первых двенадцати катеров, достигших финиша, оборудованы дизелями. В таблице указаны типы моторных установок, а также количество катеров, достигших финиша:

Тип моторной установки катера	Количество катеров		
	зарегистрировано	стартовало	финишировало
Дизели	27	24	15
Стационарные бензиновые двигатели	18	13	7
Подвесные моторы	5	4	2
Всего	50	41	24

В этой серии гонок большие надежды возлагали на дизели, и результат оправдал их полностью. После победы катера с подвесными моторами и второго — со стационарными бензиновыми двигателями, достигли финиша 5 катеров, оборудованных дизелями. Лишь восьмым снова был катер с бензиновыми двигателями. В результате этих гонок, как и морских гонок катеров, происходивших ранее, был получен большой опыт.

В заключение следует остановиться на тех повреждениях, которые чаще всего являются причиной выхода катера из гонок.

Топливная система. Наиболее серьезное расхождение швов наблюдается в топливных цистернах. При этом плоские цистерны

с острыми углами очень опасны, а цилиндрические лучше всего оправдывают себя. Сюда же относятся повреждения из-за недостаточного крепления цистерн, дефекты в топливных трубопроводах, а также в подающих насосах и фильтрах.

Корпус катера. С применением обводов типа «глубокое V» повреждения конструкций стали встречаться гораздо меньше. Прекрасно показали себя катера из слоистой клееной древесины, однако все трудности гонок можно преодолеть и на катере с корпусом из стеклопластика или из легких сплавов.

Механическая часть. Часто двигатель крепится недостаточно прочно, поэтому отрываются выпускные патрубки. Наблюдаются также повреждения самих двигателей, а также Z-образных и угловых передач.

Электросистема. В первую очередь замечается отрыв батарей. Отсыревшая или поврежденная система зажигания бензиновых двигателей иногда отказывает при запуске.

Рулевое устройство. Повреждения бывают как в рулевом управлении, так и в самом руле.

Регулируемые транцевые плиты. Иногда выходит из строя управление этими плитами, очень важное для создания нужного дифферента во время гонок.

Балластная система. Часто для амортизации прыжков в носовую часть судна принимают водяной балласт, который в зависимости от волнения сливают или снова берут. Нередко выходит из строя устройство для обратного наполнения.

В приведенном перечислении повреждения корпуса катера должны были бы находиться на последнем месте. К сожалению, такие аварии иногда кончаются гибелью катера, поэтому их поместили на второе место.

38. Катера для гонок на море и в прибрежных зонах

Большое значение проведения гонок в море на волнении заключается в создании надежного катера, способного выдержать это волнение. Вся привлекательность подобных гонок исчезнет, если их проводить на тихой воде. Поэтому, когда стояла слишком спокойная погода, от гонок отказывались.

Какие размеры катеров-себя оправдали? Какие формы оказались способными выдержать большие нагрузки на волнении? Исследования, посвященные этим вопросам, являются одной из самых интересных глав в техническом развитии водно-моторного спорта.

Чтобы исключить сильные подбрасывания, катер должен проходить *сквозь* волны. Можно ли создать острую, как нож, форму в сочетании с повышенной инерцией массы, еще не установлено, однако в любом случае сопротивление при входе в волну внезапно

увеличивается. Другая возможность заключается в создании при помощи коротких крыльев аэродинамической подъемной силы, позволяющей катеру легко касаться лишь гребней волны.⁶⁴

Любой катер представляет собой компромиссное решение, но у катеров других типов это не выражено так ярко, как у рассматриваемых здесь.

Чем больше килеватость, тем меньше подъемная сила и тем реже катер будет подбрасываться в воздух. Однако наряду с этими положительными качествами у него появятся и много отрицательных: увеличится сопротивление движению, понизится скорость,

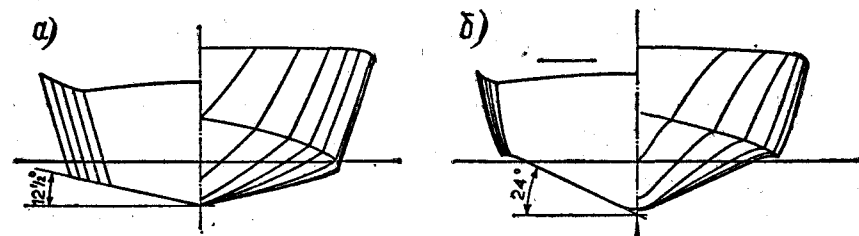


Рис. 126*. Две формы шпангоутов, способствующие хорошему ходу катеров на волнении: *a* — форма с углом килеватости $12,5^\circ$, разработанная в опытовом бассейне Дэвида Тейлора для быстроходных катеров; *b* — современный вариант шпангоутов глубокой V-образной формы, разработанных Раймондом Хантом (угол килеватости 24°).

при ударах катер будет сильнее забрызгиваться и одновременно сильнее затормаживать ход.

Две формы шпангоутов *a* и *b* (рис. 126) выражают противоположные тенденции. Форма *a* рассчитана не только на скорость, но и на лучшее поведение на волнении. Следует обратить внимание на угол килеватости, равный $12,5^\circ$. Рассматриваемая форма была разработана в опытовом бассейне Дэвида Тейлора и отличается малым сопротивлением движению.

На рис. 126, *b* показаны обводы, представляющие дальнейшую модификацию глубоких V-образных шпангоутов, разработанных Раймондом Хантом. В противоположность первоначальной их форме килевая часть закруглена, кроме того, у скулы имеется отгиб для уменьшения брызгообразования. В отличие от формы *a* скула в состоянии покоя находится выше ватерлинии. Большой угол килеватости, равный 24° , считается нормальным средним у катеров, предназначенных для гонок в прибрежных зонах.

В 1963 г. на гонках Каус—Торки победу одержал итальянский катер «Сперанцилла». Свообразные обводы его привлекли всеобщее внимание. Вместо доминирующего до тех пор глубокого V итальянский конструктор Ренато Леви предложил так называемую форму дельта. Если смотреть сбоку, то возникает почти треугольный профиль, заканчивающийся спереди острием; горизонтальная

проекция также сохраняет форму, напоминающую треугольник с вершиной спереди.

Форма шпангоутов (рис. 127, а) ясно показывает характер носовых обводов. Кроме того, форма поперечного сечения значительно скруглена. Острота скулы едва заметна. От нее почти полностью отказались. Обшивка проходит от киля до палубы и благодаря отсутствию на скуле ослабленных изломов создает повышенную прочность без увеличения веса конструкции.

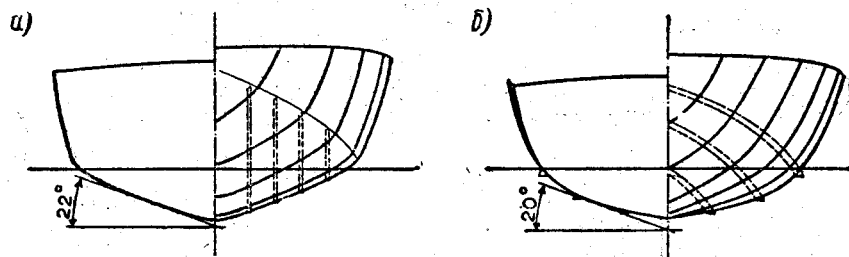


Рис. 127. Варианты шпангоутов формы дельта, разработанные Ренато Леви: а — закругленная форма, угол килеватости равен 22°; б — округлые сечения с продольными уступами, создающими острые кромки для отрыва воды. Предназначен для гоночных катеров. На обводах такого типа четкое определение угла килеватости затруднительно.

Небольшую кромку скулы, выполняющую лишь функции брызгоотражателя и не служащую для ходовой остойчивости катера, впоследствии стали просто прикреплять или приклеивать к почти круглой скуле. Ренато Леви успешно модифицировал эту форму таким образом, что с незначительными отклонениями ее можно применять даже на обычных моторных катерах для улучшения их поведения на волнении.

На рис. 127, б показана настоящая округлая форма шпангоутов для гоночных катеров. Для чего нужна скула, если катер на ходу настолько поднимается, что лишь килеватая часть у кормы соприкасается с водой? Приклеенные продольные уступы (реданы), подобно миниатюрной острой скуле, служат не только для уменьшения толчков и отражения водяных брызг, но и для отрыва воды, что уменьшает смоченную поверхность днища.

В США обводы типа «глубокое V» для быстрого хода на волнении были настолько переработаны, что появился гоночный катер нового типа. С большими или меньшими отклонениями этот тип выдерживается рядом специализированных верфей и конструкторов, причем форма «глубокое V» во всех случаях сохраняется.

Обычный американский гоночный катер показан на рис. 128. Размеры катера появились в результате осреднения размеров многих удачных гоночных катеров. На рисунке изображен «30-футовый» катер наибольшей длиной 9,15 м и шириной 2,9 м.

Следует обратить особое внимание на два требования: 1) при прыжках катер по возможности должен сначала удариться кормо-

вой частью, чтобы не потерять внезапно хода и не сбиться с курса; 2) места для экипажа необходимо располагать как можно дальше в корму, где меньше ощущаются изматывающие перегрузки. Оба эти требования хорошо отражены в проекте американского катера. Основные составляющие веса расположены далеко в корме. Это в первую очередь оба двигателя, которые несмотря на облегченное исполнение всегда имеют наибольший вес. Они работают через

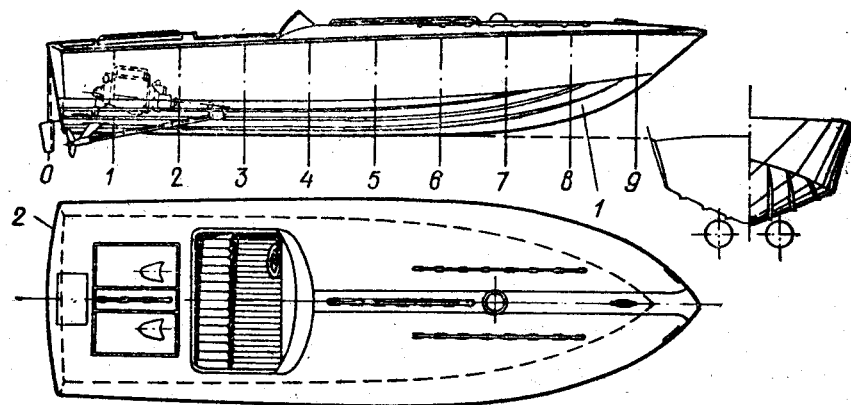


Рис. 128. Современный американский гоночный катер — обобщенный тип многих оправдавших себя катеров. Оба двигателя расположены в корме, вблизи сидений для экипажа. Две управляемые транцевые плиты служат для изменения дифферента в зависимости от условий плавания. Катер создан по типу обводов Раймонда Ханта и по разработкам Ричарда Бертрама. Средние размеры катера:

Длина наибольшая, м	9,15
Ширина, м	2,9
Мощность бензиновых двигателей, л. с.	2×500
Угол килеватости, °	24
1 — балластная цистерна; 2 — транцевые плиты.	

угловой редуктор; в корму идут два обычных гребных вала. У гоночных катеров такого типа применение одного среднего гребного винта целесообразнее по сравнению с использованием двух гребных винтов, поскольку средний гребной винт расположен глубоко в воде и при прыжках меньше отрывается от нее. Кроме того, увеличенный средний гребной винт имеет лучший коэффициент полезного действия. Иногда применяют специальный редуктор, при помощи которого оба двигателя работают на один общий вал. В этом случае основной недостаток заключается не в потере мощности при передаче, а в сильном наклоне гребного вала. Следовательно, при установке и одного и двух винтов имеются преимущества и недостатки.

В носовой части судна предусмотрена балластная цистерна. Балласт на гоночном катере? Однако для его применения есть очень серьезное основание. Любой катер во время гонок находится в постоянно изменяющихся условиях встречи с волнением. Следует

учитывать не только различную высоту и длину волн на участках перехода, но и влияние направления движения против волны, по волне или лагом к ней. Иногда выгодно идти с высоко поднятой носовой частью, в других случаях лучше избавиться от дифферента на корму. Воду, служащую балластом для изменения дифферента, можно в зависимости от обстоятельств во время перехода накачать в носовую цистерну или же выпустить из цистерны. При этом нет необходимости использовать для наполнения насос, так как динамического напора на заборный штуцер под днищем достаточно, чтобы вода заполнила носовую цистерну.

В корме имеется и другое устройство для дифферентования. В настоящее время нет ни одного гоночного катера, предназначенного для плавания в открытом море, без регулируемых транцевых плит. Они изменяют дифферент на ходу, в большей или меньшей степени поднимая корму в результате регулирования угла установки плит. С их помощью можно даже предотвратить ритмичные толчки катера. Регулируемые транцевые плиты обычно приводят в действие электромеханическим или гидравлическим приводом.

У катера, рассмотренного выше, угол килеватости днища равен 24° . На поперечной проекции катера видны продольные днищевые уступы. На катере установлены два обычных бензиновых двигателя, каждый мощностью от 500 до 600 л. с., которые переделаны из автомобильных моторов. Благодаря наддуву, усовершенствованию клапанов, распределительного вала, зажигания, выхлопа удалось значительно повысить мощность⁵⁵.

Катер «Мэрри-Го-Раунд» для морских гонок (рис. 129) представляет двойной интерес, поскольку, с одной стороны, он имеет оправдавший надежды новый тип обводов формы дельта, а с другой стороны, оказывается удачным как с относительно тяжелыми дизелями, так и с очень легкими бензиновыми моторами. Корпус катера стремились освободить от всего, что не требуется для восприятия весовых нагрузок. Для этого потребовалось выполнить очень широкой корму, так как весь вес сконцентрирован именно в ней. Благодаря наклонному транцу обрезана даже кормовая часть палубы.

На боковом изображении катера (см. рис. 129) отчетливо видны обводы формы дельта. Горизонтальная проекция обводов имеет поразительное сходство с острым треугольником. При сравнении обводов формы дельта с показанными на плане американского катера различие резко бросается в глаза.

В связи с размещением двух мощных дизелей корпус катера «Мэрри-Го-Раунд» оказался несколько длиннее и шире американской модели. Такие дизели были выбраны для того, чтобы установить абсолютный рекорд скорости. Два V-образных восьмицилиндровых дизеля «Камминс» с турбонаддувом, в особо облегченном исполнении, имели мощность по 550 л. с. Катер, оборудованный этими дизелями, установил в марте 1966 г. абсолютный рекорд скорости 96,88 км/ч.

Впоследствии на этом катере разместили два легких бензиновых двигателя «Дайтона» общей мощностью 1200 л. с. С этими двигателями катер под названием «Сандерфиш III» принял участие в гонках Каус—Торки в 1967 г., которые, к сожалению, окончились для него трагически. Во время гонок он загорелся и был полностью уничтожен.

При постройке катеров, предназначенных для прибрежных морских гонок, определились следующие общие принципы (см. рис. 128):

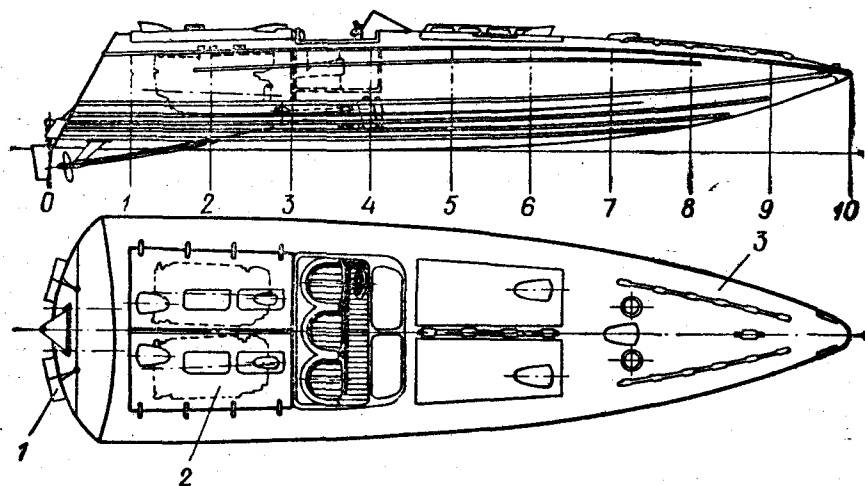


Рис. 129. Дизельный гоночный катер «Мэрри-Го-Раунд». Обводы его — типичные для формы дельта. Оборудованный двумя дизелями «Камминс» мощностью по 550 л. с., катер развил рекордную скорость 96,88 км/ч. Длина наибольшая 11,2 м, ширина 3,15 м.

1 — транцевые плиты; 2 — дизели; 3 — две балластные цистерны.

- 1) двигатели расположены в корме и работают на гребные винты через угловую передачу;
 - 2) непосредственно перед двигателями расположены места для водителя и механика;
 - 3) применяют обводы типа «глубокое V» с незначительными отклонениями; угол килеватости составляет обычно 24° ;
 - 4) дифферент на ходу изменяется при помощи регулируемых транцевых плит в корме и водяного балласта в носовой части катера;
 - 5) в большинстве случаев катера изготовляют из многослойной клееной древесины; хорошо зарекомендовал себя и стеклопластик.
- Несомненно, постройкой этих «прыгающих» катеров с очень большой мощностью двигателей занимается высокоспециализированная отрасль современного катеростроения. Катера строят, не считаясь с расходами, для одной-единственной цели, а именно—

выиграть гонки. Вызывает недоумение тот факт, что в этой специальной отрасли утвердились деревянные конструкции, т. е. материал, известный с библейских времен. Действительно, у дерева есть преимущества, которых не имеет никакой другой строительный материал. Деревянный катер по сравнению с катером из армированного стекловолокна обладает меньшим весом; кроме того, деревянному катеру можно придать почти любую форму без предварительной постройки модели и последующего изготовления по ней матрицы. По сравнению с легким металлом дерево оказалось надежнее. Неоднократно отмечалось, что у катеров из легкого металла образуются трещины сварных швов. Кроме того, изготовить из металла любую задуманную форму не так просто, как из тонкой многослойной клееной древесины. И наконец, дерево обладает очень ценным качеством — оно уменьшает шум и вибрацию. Получит ли легкий металл более широкое распространение, будет зависеть от развития морских гонок. Изготовление корпусов гоночных катеров из дерева, стеклопластика или легкого металла удастся лишь в том случае, если в полной мере используются опыт и квалификация рабочих, а также техника. Требования к постройке гоночных катеров повышаются во много раз по сравнению с таковыми при обычном катеростроении. Необходимо с педантичной точностью следить за их выполнением (тщательно наносить каждый слой клея, внимательно сваривать любой шов и т. п.).

Рекордная скорость дизельных катеров

Год	Название катера, страна-строитель, гоночник	Корпус	Скорость, км/ч
1965	«Брэв Моппи», США, Ричард Бертрам	Деревянный, с двумя дизелями «Камминс» мощностью по 550 л. с.	92,78
1966	«Мэрри-Го-Раунд», Англия, Макс Эйткин	Из формованной клееной фанеры, с двумя дизелями «Камминс» мощностью по 550 л. с.	96,88
1967	«Летс Данс», Швеция, Риа Богамер	Из легкого металла, с двумя дизелями «Дайтона» мощностью по 325 л. с.	98,36
1967	«Магнум», США, Дон Аронов	Из листовой фанеры, с одним дизелем «Дайтона» мощностью 325 л. с.	103,75 ⁵⁶

39. Гоночные катера для тихой воды

В гонках новаторов техники всегда привлекает скорость. Первый двигатель «Даймлер» мощностью 2 л. с. двигал катер со скоростью 7 км/ч. Едва прошло 16 лет с тех пор, когда Готлиб Даймлер проплыл по Неккару со своей «швейной машинкой», как в 1902 г. один из гоночных катеров достиг уже скорости

более 30 км/ч. Двигатель марки «Мерседес» мощностью 44 л. с., установленный на этом катере, тоже принадлежал Даймлеру. Спустя еще 12 лет, наполненных бурной деятельностью в области создания более мощных двигателей и быстроходных катеров, на гонках в Монако была достигнута скорость 80 км/ч, которая и в наши дни производит впечатление. Это произошло в 1914 г., когда появились остроскулые обводы и реданы на днище глиссеров*. Огромные достижения в области моторостроения позволили оборудовать катер двигателем мощностью 440 л. с., что ранее вряд ли представлялось возможным.

Если до первой мировой войны первенство в развитии гоночных катеров в основном принадлежало Европе, то после окончания войны оно перешло к Соединенным Штатам Америки. В 1919 г. здесь была достигнута скорость 115 км/ч. Ее показал катер длиной 8,5 м с двигателем мощностью 570 л. с. Правда, эти данные сегодня невозможно дополнительно проверить, но они кажутся вполне правдоподобными. Ниже в таблице приведены значения рекордной скорости, которые могут быть доказаны с относительной достоверностью. Новые данные соответствуют официальным сообщениям международных организаций.

Когда появился первый реданный катер, точно не известно. Редан был изобретен задолго до появления двигателей, способных обеспечить реданному катеру требуемую скорость (рис. 130). О нем упомянуто в патенте Торникрофта 1877 г., но со ссылкой на более раннего автора. По данным 1908 г., французский гоночный катер «Рэпиер III» при мощности двигателя 120 л. с. должен был обладать скоростью 59 км/ч. Корпус катера длиной 8 м имел редан.

Идея редана (уступ по ширине на днище) была совершенно правильной. С помощью редана пытались добиться того, чтобы днище, расположенное за реданом, не входило в соприкосновение с водой и тем частично исключало бы трение. Но для сохранения на ходу необходимой остойчивости корма катера все же должна была опираться на воду. Преимущество редана проявилось в том, что при повышении скорости катер, обладая достаточной динамической подъемной силой, начинал скользить по поверхности воды. Переход от длинных и узких водоизмещающих гоночных катеров к коротким и широким глиссерам произошел в 1912 г. Он естественным образом совпал с развитием легких двигателей повышенной мощности, так как для глиссирования необходимо сочетание высокой мощности двигателей и малого веса корпуса.

Помимо обычного однореданного катера, попытались использовать и несколько реданов (рис. 131). Было построено большое количество многореданных катеров, которые оказались вполне удачными. Современный вариант многореданного катера вошел в историю в 1949 г., показав рекордную скорость 230 км/ч. Однако

* В авторском оригинале допущена хронологическая неточность. См. таблицу на с. 190.

Абсолютные значения рекордной скорости гоночных катеров с винтовым двигателем ⁵⁷

Типы катеров	Год	Название катера	Страна	Скорость, км/ч
Длинные и узкие водоизмещающие	1903	«Нэпия»	Англия	31,5
	1904	«Трефл а карте»	Франция	42,5
	1905	«Дюбоне»	»	52,0
	1908	«Дикси II»	США	58,1
	1909	«Дюк»	Франция	66,0
	1910	«Урзула»	Англия	69,0
	1912	«Деспюжолс»	Франция	80,0
Реданные	1913	«Мапл Лиф»	Англия	90,9
	1920	«Мисс Америка I»	США	98,9
	1923	«Мисс Америка II»	США	129,7
	1928	«Мисс Америка VII»	США	149,3
	1930	«Мисс Ингланл II»	Англия	158,8
	1931	» »	»	177,4
	1932	«Мисс Ингланл III»	»	192,7
	1932	«Мисс Америка X»	США	200,9
	1937	«Блу бэрд»	Англия	208,4
	1938	»	»	210,7
	1939	«Блу бэрд II»	»	228,1
	1949	«Май Свити»	США	230,0
Двухточечные	1950	«Сло-Мо-Шан IV»	США	258,0
	1952	»	США	287,3
	1957	«Мисс Супергест II»	Канада	296,9
	1957	«Гаваи Кэй III»	США	314,3
	1962	«Мисс США I»	США	322,5

катер с несколькими поперечными уступами полностью исчерпал свои возможности. Появился катер с новой формой днища, обладающей огромными преимуществами, — двухточечный глиссер.

В результате постоянного увеличения скорости была достигнута настолько большая подъемная сила, что далеко не вся ширина редана оказалась необходимой для поддержания веса глиссера. Чтобы исключить значительную часть сопротивления трения, достаточно было оставить у бортов две опорные поверхности. Так возник трехточечный глиссер (рис. 132). Обе опорные поверхности

его расположены по ширине далеко одна от другой; кроме того, надежная опорная поверхность образуется кормой. Глиссеры на большой скорости обладают устойчивым ходом.

В зависимости от нагрузки вес глиссера распределяется на три опорные поверхности. Но нельзя ли полностью исключить трение у транца? Это казалось невозможным, поскольку при таком дифференте часть гребного винта должна была вы-

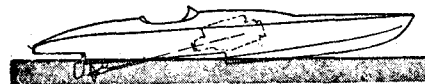
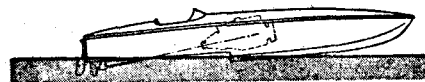


Рис. 130. Два профиля классического однореданного гоночного глиссера. Поскольку удлиненная кормовая часть глиссера, изображенного на нижнем рисунке, находится над водой, эта форма также считается однореданной.

Рис. 131. Устаревший многореданный глиссер.

ступать из воды. Тогда решили: пусть выступает! Если погрузить лишь половину диаметра гребного винта, то винт будет работать как поверхностный. Это было осуществлено еще в 20-х годах Альбертом Хикманом на морских санях. Чтобы гребной винт смог воспринять необходимую мощность, оказалось достаточным увеличить его диаметр.

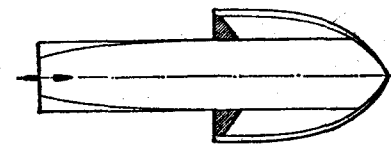
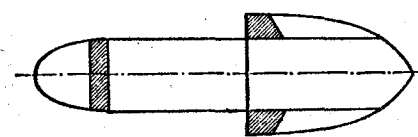
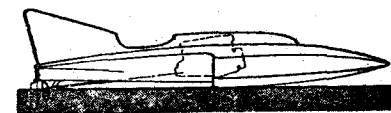
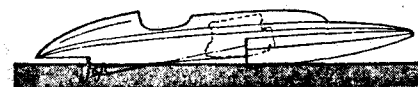


Рис. 132. Схематическое изображение трехточечного глиссера. На горизонтальной проекции можно видеть три глиссирующие поверхности, которые создают хорошую поперечную и продольную остойчивость.

Рис. 133. Современный двухточечный гоночный глиссер. Вес его воспринимается лишь двумя узкими бортовыми глиссирующими поверхностями. Применен полупогруженный гребной винт, гребной вал движется над поверхностью воды.

Таким образом, избавились не только от трения в кормовой части корпуса катера, но и, что еще важнее, от сопротивления гребного вала и его кронштейна. Лишь втулка кронштейна гребного вала соприкасается с поверхностью воды и обеспечивает необходимый для продольной остойчивости контакт, который одновременно

регулирует и глубину погружения гребного винта. Так родился двухточечный глассер (рис. 133).

На двухточечном глассере необходимо заботиться об уравнивании всех сил: не только тщательно распределить составляющие веса, но и силы, образующиеся от упора винта и сопротивления. Хорошо уравновешенные продольные силы — залог успеха эксперимента. Такая форма днища оказалась настолько удачной, что

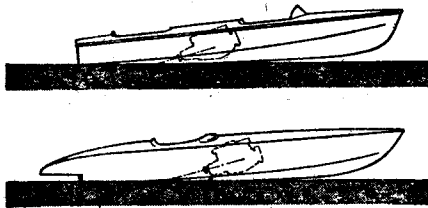


Рис. 134. Два безреданных катера с V-образным днищем. Классическая форма воплощена в спортивно-разъездном катере типа «Рунабуот» (вверху) или в гоночном катере (внизу). Днище от носа до кормы не имеет ни одного уступа.

давно заняла господствующее положение. Она и теперь применяется для глассеров неограниченного класса.

Однако далеко не все гоночные катера (глассеры) для тихой воды имеют реданы. Снова вошел в моду старый обычный катер с V-образным днищем (рис. 134). Только форма шпангоутов подверглась более или менее радикальным изменениям. Существует класс гоночных катеров, на которых запрещается применение реданов.

Несмотря на это, такие катера достигают очень высокой скорости и показывают отличные спортивные результаты. Гоночные катера популярного американского класса SK также относятся к безреданным. Это сокращенное обозначение класса Ski (лыжи), которому должны удовлетворять, в частности, катера, предназначенные для воднолыжного спорта. Такой безреданный катер с форсированным автомобильным двигателем развил скорость, превышающую 200 км/ч.

Двухточечный глассер очень чувствителен к небольшому волнению. Вот почему все популярнее становятся гонки безреданных катеров с обводами типа «глубокое V». Это относится как к катерам со стационарными двигателями, так и к мотолодкам с подвесными моторами. Контакт с водной поверхностью сохраняется лишь в форме небольшого треугольника в кормовой части днища.

40. Переломный момент в создании гоночных моторных судов

В 1949 и 1950 гг. был создан новый тип наиболее быстроходных современных гоночных моторных судов для тихой воды — двухточечные глассеры. В 1949 г. «старейшина» американских конструкторов гоночных судов Джон Хакер на своем многореданном глассере «Май Свити» (рис. 135) добился необычайного

успеха. Его глассер победил почти во всех значительных гонках мотосудов неограниченного класса. Вызывало сомнение, зависел ли этот успех от своеобразного расположения реданов или гребного винта? Винт находился почти в средней части глассера и имел очень короткий закрытый обтекателем гребной вал. В глассере совместились наилучшие свойства: это было быстроходное судно, развивающее скорость до 230 км/ч. Поражал его необычайно надежный прямолинейный ход. Но глассер мог идти с поразительной

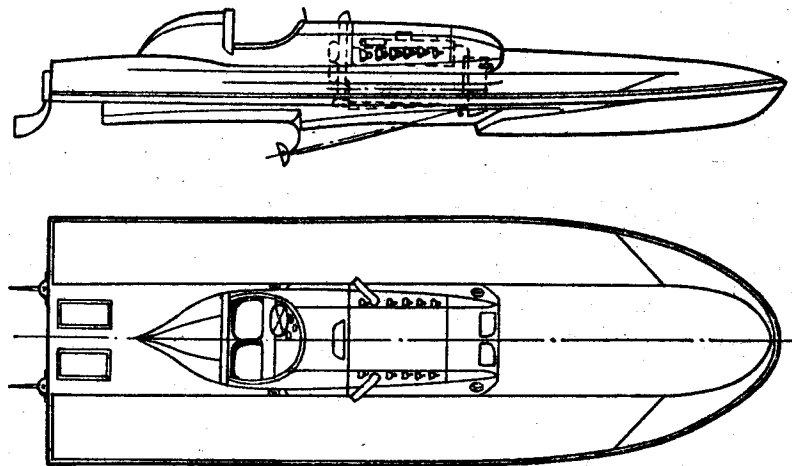


Рис. 135. Гоночный глассер «Май Свити» неограниченного класса. На этом многореданном глассере в 1949 г. была достигнута рекордная скорость 230 км/ч. Гребной винт расположен почти посередине длины глассера.

Длина наибольшая, м	9,15
Ширина, м	3,05
Мощность двигателя «Аллисон», л. с.	1600
Скорость, км/ч	230

скоростью и по крутым поворотам, так что у зрителей захватывало дыхание. Он разворачивался на высокой скорости «на тарелочке» и вызывал у зрителей крики восторга. Многие специалисты видели в этом глассере предвестника будущего и ожидали, что отныне гребной винт всегда будет помещен в средней части судна. Однако следующий год принес поразительное и почти противоположное решение.

Идея двухточечного глассера впервые была выдвинута Джорджем Краучем еще в 1916 г. Но на слишком тихоходных и тяжелых судах того времени эта идея не могла быть осуществлена. В 1936 г. конструктор Арно Апель спроектировал и успешно построил первый глассер подобного типа. Все же прошло еще много лет, прежде чем калифорнийскими строителями гоночных судов была реализована идея судов «проп-райдер» с легкими и мощными моторами. Это название должно было дать представление о том, что такой глассер «скачет на гребном винте».

На севере западного Американского побережья — в Сиэтле был построен в полной тайне двухточечный глиссер, «идущий на винте». 26 июня 1950 г. судно, названное «Сло-Мо-Шан IV», установило новый мировой рекорд скорости на воде — 258 км/ч. Эта скорость почти на 30 км/ч превышала скорость, достигнутую удивительным «Май Свити» в 1949 г. Столь убедительный успех объяснялся тем, что оба судна были оснащены одинаковыми мото-

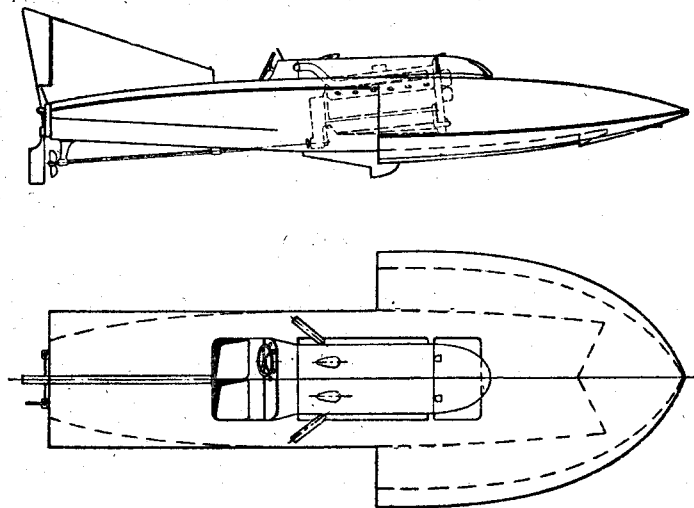


Рис. 136. Гонимый глиссер «Сло-Мо-Шан IV» — классический представитель двухточечных глиссеров типа «проп-райдер» с полупогруженным гребным винтом. В 1950 и 1952 гг. глиссер установил мировые рекорды скорости, а именно: 258 и 287 км/ч. До настоящего времени гоночные мотосуда неограниченного класса строят по такому же принципу.

Длина наибольшая, м	8,7
Ширина, м	3,46
Мощность двигателя «Аллисон», л. с.	1500
Скорость, км/ч	258

рами фирмы «Аллисон» с рабочим объемом 28 л. Мощность этих 12-цилиндровых V-образных авиационных моторов в зависимости от характера гоночных судов составляла 1350—1800 или даже 2000 л. с. Сенсационный двухточечный глиссер был разработан Тэдом Джонсом — конструктором авиационного завода «Боинг». Добиться успеха ему помогло знание аэродинамики в комплексе с исследованиями в области применения в авиации легких металлов.

Обводы и общее расположение гоночных мотосудов «Май Свити» и «Сло-Мо-Шан IV» с большой точностью показаны на рис. 135 и 136. Для этих судов, несмотря на все их различия, характерен один общий принцип: важная роль отводится не только корпусу, но и двигателю, передаче к винту, а также гонщику. У рассматри-

ваемых катеров двигатель выдвинут из корпуса и закрыт капотом. Гребной вал «Май Свити» предельно короток, гребной вал «Сло-Мо-Шан IV» совсем не соприкасается с водой. В обоих случаях двигатель размещен в средней части глиссера, причем водитель и механик находятся несколько позади в маленьком кокпите. Такое общее расположение до сегодняшнего дня считалось наилучшим для реданных глиссеров, плавающих на спокойной воде. У «скачущих» глиссеров (рис. 137), используемых для прибрежных морских переходов при неспокойной воде, двигатель по необходимости должен располагаться в корме.

Необычайно ровное положение «Май Свити» на ходу обусловлено оптимальным расположением трех реданов, на одном из которых сконцентрирован вес. Надежный ходовой дифферент и спокойный ход у «Сло-Мо-Шан IV», несмотря на увеличенную скорость, достигается за счет использования аэродинамических сил. Направленное вниз закругление носовой палубы у «Сло-Мо-Шан IV» служит для того, чтобы уравновесить давление подъемной силы воздуха под днищем. Это позволяет удержать глиссер на воде⁵⁸.

У обоих судов руль закреплен в корме так, чтобы мощный баллер его не омывался встречным потоком воды, а омывалось только тонкое перо руля (у «Май Свити» их два и одно у «Сло-Мо-Шан IV»). Кормовой воздушный стабилизатор, хотя и имеет в целях предосторожности управляемый закрылок, не используется для управления. Полностью оборудованный «Сло-Мо-Шан IV», включая

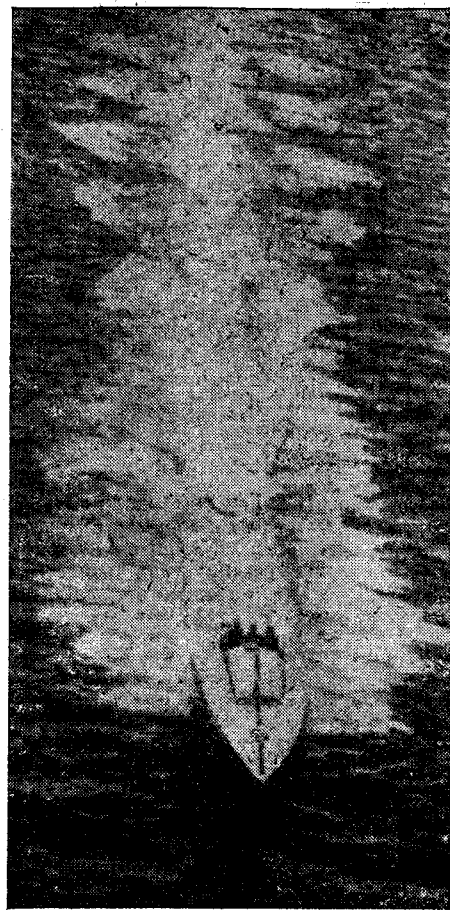


Рис. 137*. Гонимый глиссер «Дельта Синтезис» оставляет следы от своих ритмичных маленьких прыжков. На глиссере установлены два двигателя «Дайтона» мощностью по 500 л. с.

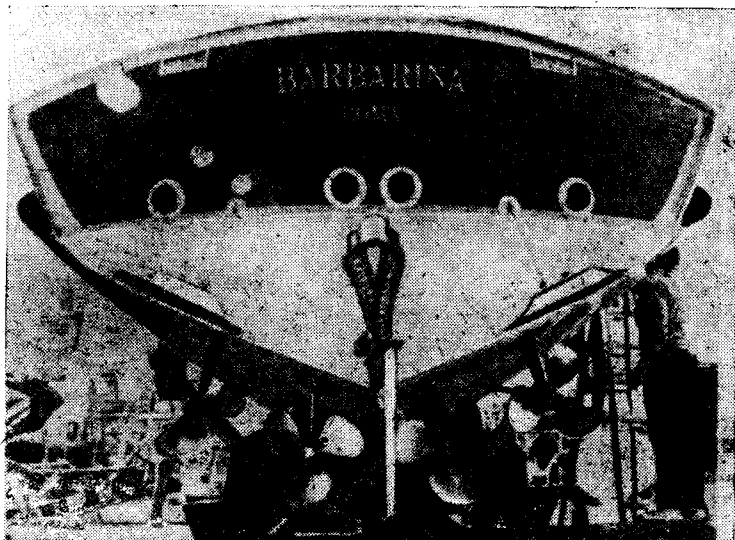


Рис. 138. Гоночный катер «Барбарина» с глубокими V-образными обводами (вид с кормы). Разработан Ренато Леви (Италия), оборудован четырьмя двигателями гоночного типа— 400-PS-BPM; имеют дифференцирующие транцевые плиты, а также приемник охлаждающей воды в виде козырьков на руле.

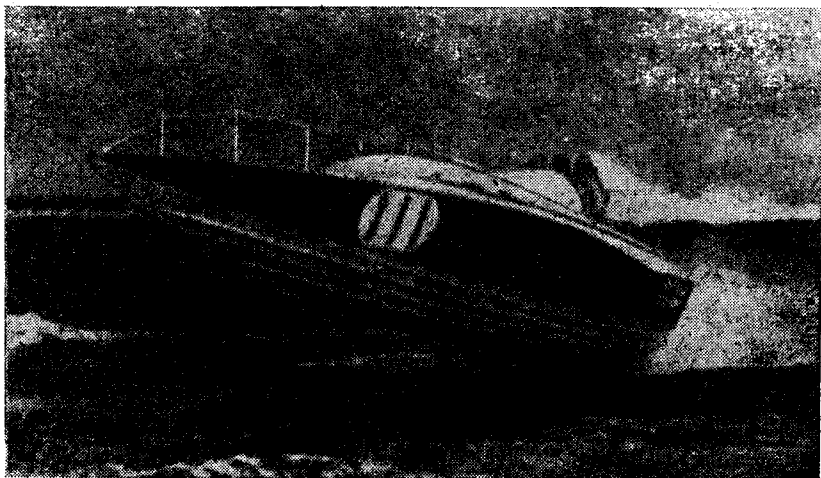


Рис. 139*. «Серфер» — победитель гонок Каус—Торки 1967 г. Катер имеет два двигателя «Дайтона» общей мощностью 1050 л. с. Катер разработан Ренато Леви и построен методом многослойного выклеивания из дерева.

мотор, весит около 2000 кг. Эта предельно легкая конструкция была создана благодаря использованию опыта самолетостроения.

На рис. 138 и 139 показаны два современных гоночных катера конструкции Ренато Леви.

Сегодня гоночные мотосуда неограниченного класса оборудуют 12-цилиндровыми двигателями фирмы «Аллисон» или очень схожими с ними двигателями фирмы «Роллс-ройс», мощность которых в среднем составляет 1800 л. с.⁶⁹ С такими двигателями можно достичь действительно высокой скорости только в том случае, если будет увеличена частота их вращения. Частота вращения у дви-



Рис. 140. «Мисс Бардал». Удачный гоночный глиссер неограниченного класса в обычном исполнении: двигатель впереди, водитель сзади.

гателей не более 3200 об/мин слишком мала для скорости, превышающей 200 км/ч, и приводит к созданию гребного винта наибольших допустимых размеров и с тяжелым валопроводом большого диаметра.

Чтобы достигнуть оптимального к. п. д., частоту вращения гребного вала повышают через зубчатую передачу в среднем до 10 000 об/мин. Соответственно уменьшается и крутящий момент, передаваемый на гребной вал. Трудно себе представить 10 000 об/мин, или 160 об/с! Это принимает вид технического чуда: мощность двигателя в среднем 1600 л. с. передается через вал из монель-металла диаметром только 37 мм.

Вероятно, 1966 г., принесший много неудач, явился дальнейшим «переломным моментом» в строительстве гоночных мотосудов и в достижении наивысших скоростей. При соревновании гоночных мотосудов неограниченного класса на «Кубок президента» три современных высоко совершенных мотосудна полностью разрушились и все три гонщика разбились. «Мисс Бардал» (рис. 140 и 141) потеряла управление и была сброшена в воздух. Несколько позже на гонках столкнулись два мотосудна: «Мисс

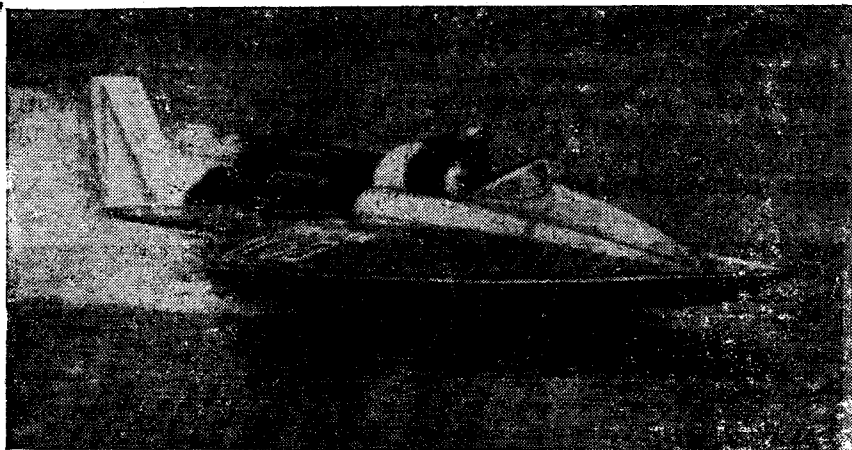


Рис. 141. «Мисс Бардал». Вариант с расположением двигателя в корме, водитель впереди. Корпус глиссера имеет длину 9,15 м, ширину 3,8 м. Главный двигатель — бензиновый, мощностью 2200 л. с. Показанное расположение не столь безопасно на воде: глиссер потерпел аварию.



Рис. 142. Быстроходный гоночный катер «Мистер Эд» для гонок «с ускорением» («дрэг»), развивающий через четверть мили скорость 306 км/ч. Шестиметровый катер имеет семилитровый двигатель «Крайслер» с наддувом.

Бадвизер» и «Нотр Дам». Этот несчастный случай произошел во время хода судов со скоростью 260—280 км/ч. Внимательные наблюдатели не могли восстановить действительный ход событий.



Рис. 143*. Небольшой двухточечный гоночный глиссер «Альтер Эго» прибыл в Европу в 1950 г. и принял участие в гонках в Италии, где произвел сенсацию своим успехом. В Европе впервые увидели своими глазами принципиально новую схему гоночного глиссера. Рабочий объем двигателя 3,7 л, скорость 185 км/ч.

Создалось впечатление, что в катастрофе с «Нотр Дамом» также сыграли свою роль аэродинамические подъемные силы, и в результате водитель потерял управление. Судно взлетело в воздух, сделало полуповорот и упало на приближавшееся на полном ходу судно «Мисс Бадвизер». Оба судна столкнулись в критический момент хода на наивысшей скорости.

В дальнейшем, вероятно, будет достигнута еще бо́льшая скорость на воде. Гибель Джона Кобба в аварии не удержала Дональда Кемпбелла от рискованных гоночных заездов, пока, наконец, и его не настигла смерть. Незадолго до гибели он объявил: «Если это должно случиться, то случится по крайней мере при дьявольски высокой скорости».

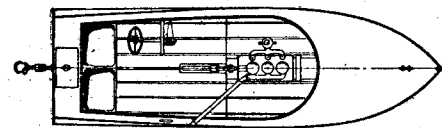
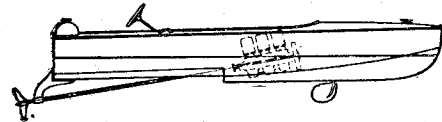


Рис. 144. «Маргарет III». Часто строившийся и пользовавшийся в 20-х годах популярностью гоночный катер. Трехцилиндровый бензиновый двигатель мощностью 25 л. с. обеспечивал скорость 51,5 км/ч.

Длина наибольшая, м	4,9
Ширина, м	1,48
Мощность двигателя, л. с.	25
Скорость, км/ч	51,5

Ряд современных гоночных судов и судов старой постройки показан на рис. 142—146.

За последние двадцать лет во время заездов гоночных судов неограниченного класса зарегистрировано 6 смертельных случаев. В трагедии, разыгравшейся в 1966 г., половина этих случаев произошла в один и тот же день в течение трех часов.

Одним из опытнейших специалистов по постройке гоночных рекордных мотосудов для наивысших скоростей является Лео Штаудахер. Из его мастерской выходит большое количество американских гоночных мотосудов неограниченного класса; начиная от известной «Май Свити», через ряд двухточечных глиссеров с полупогруженным гребным винтом до опытного реактивного судна «Мисс Старс энд страйпс II». Во время испытаний на высокой

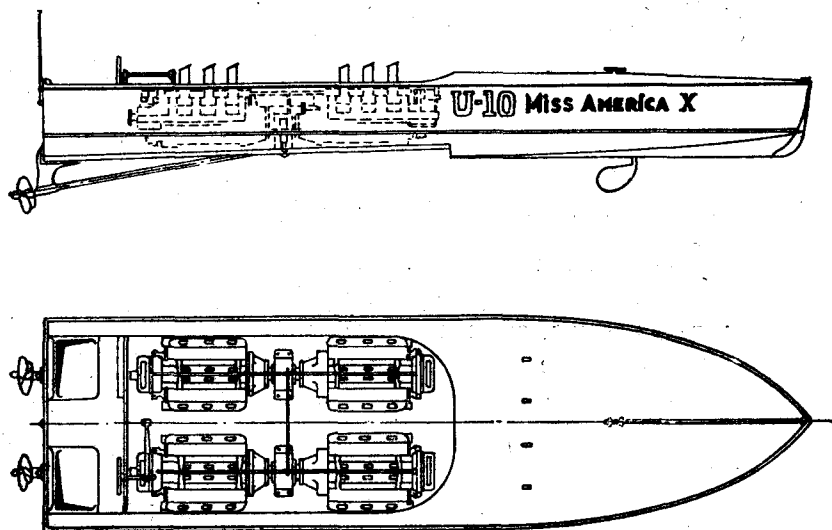


Рис. 145. «Мисс Америка X». Рекордный глиссер постройки 1932 г. с четырьмя двигателями «Паккард» общей мощностью 6400 л. с., первым преодолевший 200-километровую границу скорости.

Длина наибольшая, м	11,6
Ширина, м	3,2
Мощность четырех двигателей, л. с.	1600
Скорость, км/ч	200

скорости Лео Штаудахер дважды подвергался опасности, но все же остался жив. Его опыт позволил ему рассказать следующее: «Гоночный заезд на скорости до 300 км/ч — удовольствие. Если что-либо случится, то еще можно без особых трудностей выбраться из глиссера. При скорости 320 км/ч это становится рискованным! Во время одного ходового испытания я наблюдал, как указатель скорости переходит 400 км/ч, приближается к цифре 450 км/ч; внутреннее чувство побуждало меня переходить к испытанию при 480 км/ч. Вдруг появились тревожные расстройствa в движении, глиссер потерял управляемость, потому что перо руля было разрушено. На такой большой скорости я не мог выбраться из глиссера и последние 300 м до берега были нелегкими. Но затем меня с поверхности воды выбросило на 50 м в сторону прибрежного болота».

Вероятно, дальнейшее развитие гоночных мотосудов неограниченного класса может принять другое направление, если только существующее ограничение наименьшего веса, равное 2270 кг, будет изменено. На небольших легких мотосудах можно добиться высокой скорости без использования огромных, мощнейших

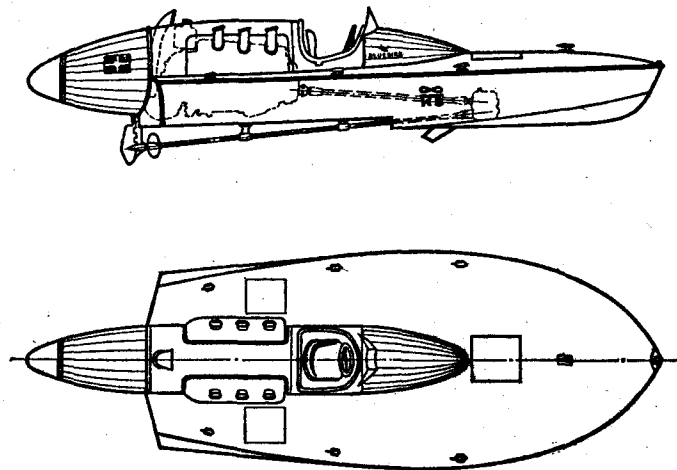


Рис. 146. «Блу бэрд» («Голубая птица»). Скорость, показанная рекордным глиссером «Мисс Америка X» в 1932 г., спустя пять лет была достигнута и затем даже перекрыта на «Блу бэрде», оборудованном только одним двигателем, мощность которого втрое меньше общей мощности двигателей, установленных на «Мисс Америке X». Глиссер «Блу бэрд», имеющий один двигатель мощностью 2150 л. с., в 1939 г. установил новый рекорд — 228 км/ч, развил наивысшую скорость 240 км/ч.

Длина наибольшая, м	7,01
Ширина, м	2,9
Двигатель «Роллс-Ройс», л. с.	2150
Скорость, км/ч	240

авиационных двигателей времен второй мировой войны. Очень маленькие по сравнению с 28-литровыми двигателями восьмицилиндровые автомобильные двигатели, имеющие рабочий объем цилиндров 7 л, при 7000 об/мин развивают мощность, равную почти 1000 л. с. Их можно успешно применять на катерах и глиссерах для достижения очень высоких скоростей.

41. Гоночные катера SK и гонки с „ускорением“. Новые тенденции в водно-моторном спорте

Многие спортсмены—водители мотосудов, которых привлекает на воде ощущение высокой скорости, предпочитают не обращаться к судам сложного и рискованного неограни-

ченного класса. Добротный старый катер «автомобильного типа», позже названный «Рунабоут», получил столь удивительное развитие, что превратился в гоночное мотосудно, достигающее скорости 200 км/ч и более. Он стал действительно «спортивным инвентарем» для водно-моторных соревнований. Развитие его началось в середине 50-х годов с появлением так называемых SK-катеров. Название их является сокращением Ski Racing Runabout⁶⁰. SK-катера представляют современный вариант катеров «автомобильного типа» для буксировки водных лыжников и гонок катеров. Применительно к этому процветающему американскому классу

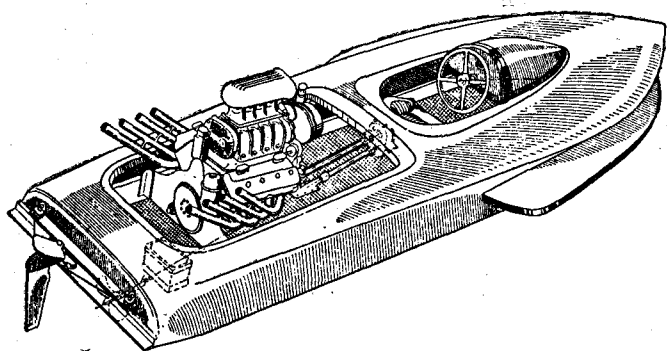


Рис. 147. Показанное здесь расположение катера «Банзай» рассчитано на гонки «с ускорением»: управление впереди, двигатель вынесен довольно далеко в корму и форсирован до наивысшей мощности. На блоке цилиндров смонтирован агрегат наддува (нагнетатель). Катер имеет длину 5,8 м, ширину 2,44 м и, будучи оборудован семилитровым двигателем, развивает скорость более 250 км/ч.

катеров действуют следующие классификационные требования: наименьшая длина корпуса 4,88 м; ширина — не менее 1,9 м, масса полностью оборудованного и снаряженного катера — не менее 682 кг; допустимая мощность двигателя ограничивается только рабочим объемом цилиндров, который должен быть не более 6,55 л. Исходя из этих ограничений разработан весьма совершенный тип катера (рис. 147). Двигатель размещен в корме. Он приводит в движение гребной вал через угловую зубчатую передачу. Для корректировки дифферента на транце установлены регулируемые транцевые плиты, которые также называются антикавитационными. Положение этих плит во время соревнований, согласно гоночным правилам мотосудов данного класса, не должно изменяться. Почти всегда на SK-катерах устанавливают большие американские восьмицилиндровые автомобильные двигатели, мощность которых увеличена в результате сложной и кропотливой доработки. Однако не допускается применение ни нагнетателей, ни специальных видов топлива.

Несмотря на значительную скорость (в пределах 200 км/ч), SK-катер оценивается как надежное и несложное мотосудно.

В сравнении с реданными двухточечными гоночными глассерами оно действительно является таковым. Поэтому некоторые восторженные гонщики на юге калифорнийского побережья постарались создать новые виды гонок для любимых ими SK-катеров. Чтобы удовлетворить любителей «SK-спорта», ввели еще один вид гонок на воде, который становится все более и более популярным, — это американские гонки «с ускорением» (дрэг рейсинг). Все водно-моторные спортивные соревнования были направлены на достижение наибольшей скорости, поэтому введение гонок «с ускорением» внесло в них нечто новое.

Подобно автомобильным «дрэг-гонкам», для соревнований на наибольшее ускорение на воде наиболее пригодна дистанция, равная четверти сухопутной мили, а именно 402 м. Слово «дрэг» многозначно, например, «упор» или «сопротивление», и должно указывать, что старт гонке дается «с места». Этот вид водно-моторного спорта имел намного больший успех, чем успех катеров спортивного SK-класса.

В гонках «с ускорением» основным является преимущество — быстрота набора скорости, а затем уже скорость. На узкой трассе — только два катера. При этом один катер выбывает, а другой опять соревнуется с новым конкурентом. Естественно, что в таких гонках скорость не утрачивает своей привлекательности, напротив, она выдвигает еще один довод в пользу применения двигателя высокой мощности. Обычно наиболее быстроходный катер является плохим «ускорителем», и, наоборот, катер, идущий с большим ускорением, к концу дистанции не всегда приходит на высокой скорости. Поэтому одновременно со стремлением уменьшить вес катера очень важно найти оптимальное соответствие между крутящим моментом двигателя и размерами гребного винта. Гребной винт с большим диаметром и большой поверхностью лопастей при умеренном шаге винта наиболее пригоден для ускорения; небольшой диаметр гребного винта при значительном шаге требуется для достижения предельной скорости катера.

Чтобы придать гонкам больший интерес, десятую часть дистанции, т. е. последние 40,2 м, движение катера регистрируют точные хронометрические системы с помощью «электронного глаза». При этом сравнивают не только ускорение катеров, но и конечные значения их скорости.

Новый вид соревнований катеров «с ускорением» приобрел столь необычайный успех, что в больших гонках принимает участие до 350 катеров. Соревнования привлекают внимание до 8000 зрителей и до 25 000 «безбилетников». Большое количество катеров, участвующих в гонках, утомляет зрителей. Чтобы гонки могли закончиться интересно и организованно, было установлено: число катеров-участников не должно превышать 100.

В настоящее время для гонок «с ускорением» выработано 16 классов катеров. Имеются два основных класса катеров для стационарных двигателей и два основных класса катеров для подвес-

ных лодочных моторов. На каждом из катеров этих четырех основных классов можно устанавливать двигатели четырех вариантов, которые указаны ниже. Здесь, кроме того, приведены данные о зафиксированной скорости катеров 16 классов (в км/ч):

Стационарный двигатель на реданном глассере:	
с наддувом и специальным топливом	278
без наддува, со специальным топливом	254
с наддувом и обычным бензином	218
без наддува, с обычным бензином	198
Стационарный двигатель на безреданном мотосудне:	
с наддувом и специальным топливом	221
без наддува, со специальным топливом	213
с наддувом и обычным бензином	191
без наддува, с обычным бензином	169
Подвесной лодочный мотор на скутере:	
один мотор со специальным топливом	164
» » с обычным бензином	153
два мотора со специальным топливом	191
» » с обычным бензином	188
Подвесной мотор на мотолодке:	
один мотор со специальным топливом	139
» » с обычным бензином	137
два мотора со специальным топливом	—
» » с обычным бензином	132

Гонки «с ускорением» оказались настолько своеобразными, что не могли использовать положительный опыт обычных гонок быстроходных катеров. Лучше всего иллюстрировать это описанием одного из дней гонок.

Представленные катера в зависимости от скорости подразделяют на классы, через 8 км/ч. В первый заезд выходят катера со скоростью 96—104 км/ч. Следующая серия заездов охватывает катера со скоростью 104—112 км/ч и т. д. Скорость каждого нового катера трижды проверяется до гонки на дистанции 400 м; конечную скорость замеряют электронной установкой. По результатам проверки катер определяют в соответствующую скоростную группу. Затем катера попарно направляют на соревнования. Старт и финиш проходят следующим образом.

Два вызываемых катера появляются за стартовой линией, причем включенный двигатель работает на самом малом ходу. Водитель катера, у которого скорость малого хода выше, должен снять ногу с педали газа. Его противник прибавляет газ, и оба катера приближаются к линии старта «голова в голову». Это сближение должно осуществляться на скорости от 11 до 16 км/ч. Если они достигают линии старта в установленном замедленном темпе, то им дается стартовый сигнал. В противном случае оба противника отъезжают обратно.

В случае удачного старта каждый катер вырывается на ответвленную для него узкую дорожку на линии финиша. Кто приходит первым, тот и становится победителем. Чтобы замерить действительную скорость на последней десятой части расстояния, вклю-

чается электронный хронометр. Слишком быстроходный победитель (такой бывает), который превысил границу своего класса, выбывает и должен перейти в более высокий по скорости следующий класс. В большинстве случаев выявляется «безупречный» победитель, но это еще не все. Только проигравший может отправиться домой. Выигравший получает нового соперника — побе-

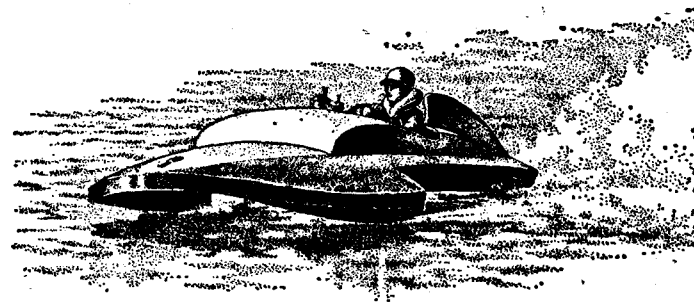


Рис. 148. Реданный глассер, подводная часть которого сходна с двухточечным глассером. В американских правилах получил сокращенное название «Гидро» (от слова «Hydroplan»).

дителя следующей гоночной пары. Таким образом продолжают отборочные гонки, пока наконец не определится победитель дня в каждом классе.

Чтобы осознать напряженность этого вида спорта, достаточно оценить время, которое проходит катер самого быстроходного класса от стартового сигнала до финиша, — всего около 8 с! Полный заезд катеров средней быстроходности длится от 10 до 12 с. Если для проигравшего гонка закончилась, то для победителя она может повторяться один или несколько раз.

Один из реданных глассеров показан на рис. 148.

42. Реактивные двигатели для рекордных гоночных глассеров

С появлением в начале 40-х годов самолетов с реактивными двигателями никто не предполагал использовать в будущем эти двигатели в спортивных целях, в частности, на гоночных моторных судах. Попытка установить реактивные двигатели на небольших глассерах средней скорости сразу отпала, так как мощность и вес двигателей позволяли использовать их только на больших глассерах, скорость которых значительно превышала бы скорость глассеров с поршневыми двигателями.

Первым в 1947 г. начал проводить испытания Малькольм Кэмпбелл на глассере «Блу бэрд», на котором еще в 1939 г. он

установил рекордную скорость, равную 228 км/ч. Поршневой двигатель и гребной винт демонтировали с глissера и заменили реактивным двигателем. В результате была достигнута высокая скорость, но устойчивость глissера на курсе не была постоянной. Упор реактивного двигателя приходился над водой, возникал дифференцирующий на нос момент, которого прежде не существовало. При скорости около 190 км/ч глissер терял устойчивость и начинал «прыгать». Дальнейшее движение становилось рискованным. Было сделано заключение, что для реактивного двигателя необходимо проектировать специальное судно.

Первый проект спортивного судна с реактивным двигателем был разработан Джоном Коббом. Причем с самого начала Д. Кобб отказался от какого-либо сходства этого судна с корпусом обычного глissера. Построенный в 1952 г. «Крусадэр» состоял из цилиндрического среднего корпуса, в основной части которого был размещен двигатель. Спереди находилась застекленная кабина, по типу самолетной, имеющая аэродинамическую форму и оборудованная постом управления, внизу — полоз, который на полном ходу должен был соприкасаться с водой как несущая поверхность. Две другие несущие поверхности находились под задними поплавками, на каждой из сторон, и соединялись с двигательным отсеком через мощную траверзу. Они должны были нести основной вес судна.

Новое «сооружение», которое едва ли можно было назвать судном, сконструировал Рейд Рейлтон, технический руководитель верфи «Воспер», где строились катера. (Он же сконструировал все гоночные автомобили для Д. Кобба.) Р. Рейлтон использовал реактивный авиадвигатель, который развивал статический упор в 2270 кг.

Владелец «Крусадэра» Джон Кобб в свои 53 года был известным и удачливым гонщиком-рекордсменом. Ему первому удалось пересечь на гоночном автомобиле 400-мильную границу скорости (640 км/ч) еще в 1947 г.

В сентябре 1952 г. на «Крусадэре» была предпринята первая попытка установить новый рекорд. Для проведения испытаний выбрали защищенную акваторию похожего на фьорд озера Лох-Несс в Шотландии, известного легендой о якобы живущем в нем чудовище. После многодневного ожидания спокойной воды Д. Кобб предпринял первый рекордный заезд и добился неслыханной скорости 332 км/ч, пройдя дистанцию за 17,4 с. (В то время рекордная скорость гоночных моторных судов составляла 286 км/ч.) Достигнув линии финиша, судно буквально через секунду глубоко врезалось носом в воду и исчезло, оставив облако водяных брызг, смешанных с паром, исходившим от горячего двигателя. «Крусадэр» разлетелся вдребезги, его мужественный водитель погиб.

Несмотря на случившееся, идею быстроходного глissера с реактивным двигателем не отвергнули. Сын Малькольма Кэмпбелла

Дональд в 1955 г. предпринял заезд на реактивном глissере «Блу бэрд». Для предупреждения возможного несчастного случая, подобного происшедшему с «Крусадэром», две боковые несущие поверхности были выдвинуты далеко вперед, третья (узкая) проходила под двигателем в корме. Следовательно, была разработана трехточечная схема.

Вынос вперед обеих боковых несущих поверхностей был безусловно правильным шагом, потому что размещенный над водой упор создает момент, стремящийся прижать носовую часть судна вниз. Благодаря такому усовершенствованному расположению

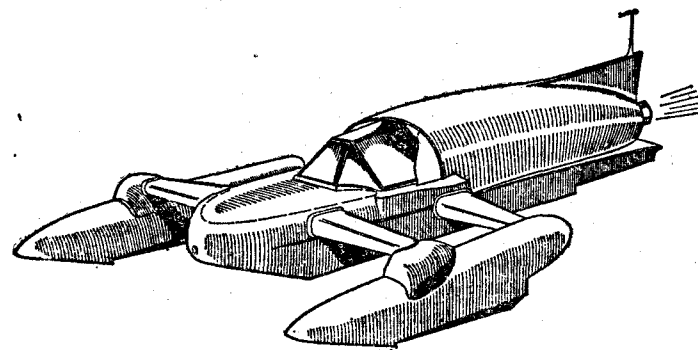


Рис. 149. Гоночный глissер (аппарат) «Блу бэрд» (длина 8,05 м, наибольшая ширина 3,14 м, общий вес 2270 кг) с реактивным двигателем и дополнительно установленным «хвостовым стабилизатором».

несущих поверхностей Дональд Кэмпбелл уже в 1955 г. смог достичь скорости 320 км/ч.

В последующие двенадцать лет глissер «Блу бэрд» претерпел существенные изменения (рис. 149). Первоначальная конструкция реактивного двигателя, создававшего статический упор 1820 кг, подверглась модернизации, в результате которой упор возрос до 3640 кг. Следует принять во внимание соотношение между весом глissера и упором реактивного двигателя. Благодаря увеличению упора нового реактивного двигателя стало возможным управлять «Блу бэрдом» в любом желаемом направлении, даже по вертикали. Изменение дифферента лишь на несколько градусов могло «оторвать» глissер от поверхности воды. Поэтому приняли особые меры по предельному уменьшению действия аэродинамической подъемной силы на корпус глissера.

Последний заезд Дональда Кэмпбелла состоялся в январе 1967 г. на озере Конистон в Англии. Начало было многообещающим. При первом проходе дистанции замерили скорость 477 км/ч. При втором проходе Д. Кэмпбелл пересек официальную 300-мильную границу скорости (555 км/ч). Однако техническое предвидение оправдалось: глissер на какие-то доли секунды поднялся

или, скорее, ринулся в воздух, потерял устойчивость и вошел на высокой скорости глубоко в воду. Глиссер был полностью разбит. Дональд Кэмпбелл погиб.

Спрашивается, имеет ли смысл дальнейшее проведение рекордных заездов на гоночных судах с реактивными двигателями в таких тяжелых условиях, ставящих под угрозу жизнь испытателя? Ведь поддерживать аппарат в легком соприкосновении с водой можно только исключительно точной аэродинамической балансировкой. Тем не менее испытания судов с реактивными двигателями продолжались, но проводились всегда с соблюдением величайших мер предосторожности. Так, испытания остойчивости и надежности американского глиссера «Мисс Старс энд Страйпс» с реактивным двигателем, восстановленного после неудачного заезда Л. Штаудахера в 1963 г., проводились вначале без водителя и контролировались посредством дистанционного управления.

Официальный рекорд для гоночных судов с реактивным двигателем установлен на американском глиссере «Хастлер» (длина 8,92 м, ширина 2,44 м), построенном с действительно классическими обводами, присущими гоночным судам, без каких-либо опорных или скользящих поверхностей. Небольшие по размерам «контролирующие» поверхности глиссера служили в качестве стабилизаторов дифферента и должны были предотвращать возможную опасность подлетов.

Со времени проведения успешного рекордного заезда (459 км/ч), осуществленного Ли Тейлором на глиссере с реактивным двигателем в июне 1967 г., не были превышены рекордные скорости, указанные ниже⁶¹.

Год пробега	Название глиссера	Скорость	
		км/ч	миль/ч ¹
1955	«Блу бэрд I» (Англия)	325,6	202,1
1955	«Блу бэрд II» »	348,0	216,2
1956	» »	363,1	225,4
1957	«Блу бэрд III» »	384,7	239,0
1958	» »	400,2	249,0
1959	» »	419,0	260,4
1964	«Блу бэрд IV» »	444,7	276,0
1967	«Хастлер» (США)	459,0	285,2

¹ Одна сухопутная миля равна 1609 м.

Техническая мысль не оставалась в покое. Надеясь достичь определенного состояния аэродинамического глиссирования, стали задумываться о создании профилированных аутригеров, исключающих аэродинамический подъем. Вскоре был освоен так

называемый эффект влияния опорной поверхности, при котором глиссер проносится совсем близко к поверхности воды, но все же без непосредственного соприкосновения с нею. От самолета он отличается только тем, что не может подняться на высоту, так как не имеет винта, способного поднять его в воздух. Воздух сам несет его, однако глиссер остается как бы привязанным к поверхности воды⁶².

43. Ракетный двигатель и его будущее

Между реактивным и ракетным двигателями имеется существенное различие. Реактивный двигатель работает на обычном жидком топливе, процесс сгорания которого осуществляется за счет использования кислорода воздуха. Ракетный двигатель может работать как на твердом, так и на жидком топливе.

Вблизи города Солт-Лейк-Сити в штате Юта (США) на гладких солончаках была зарегистрирована невероятная скорость — 830 км/ч, достигнутая специалистом по ракетным двигателям Уолтом Арфонсом на своем автомобиле, оснащем 25 ракетами, каждая с упором по 450 кг. С момента старта в течение только 14 с пробега автомобиль-снаряд развил указанную скорость. Давая интервью, У. Арфонс заявил: «Опыт подсказывает, что теперь рекорды на скорость следует ставить на воде».

Для проектируемого гоночного глиссера-снаряда Арфонс намечал использовать 5 двухступенчатых ракет, каждая из которых развивала бы упор по 3100 кг. Эти ракеты должны вводиться в действие не одновременно, а постепенно, чтобы каждая действовала в течение 48 с.

Можно представить, в какую сумму обошелся бы подобный пробег, если стоимость одного пробного заезда ракетного гоночного автомобиля «Винд фут», приводимого в движение 15 маленькими ракетами с упором по 450 кг и стоимостью по 675 долларов каждая, превышает 10 000 долларов.

Следует упомянуть, что наивысшая скорость была достигнута на автомобиле с реактивными двигателями с общим упором 6800 кг и равнялась 988 км/ч, т. е. в среднем на 20% превысила скорость, полученную на автомобиле с ракетным двигателем.

44. Рекордные скорости лодок с подвесными моторами

Многие читатели помнят то время, когда мощность в 20 л. с. для подвесных лодочных моторов считалась исключительно большой. Моторы запускались пусковым шнуром, который после каждой неудачной попытки надо было снова нама-

тывать на маховик. И никто не предполагал, что через 30 лет скорость лодок с подвесными моторами превысит 200 км/ч.

Суда с подвесными моторами, согласно Правилам UIM 1970 г., подразделяются на классы: 9 гоночных (различаются рабочим объемом цилиндров моторов), 10 спортивных (различаются размерами судов) и 3 класса надувных лодок⁶³.

Перечень основных классов спортивных и гоночных судов с подвесными моторами

Рабочий объем мотора, см ³	Класс гоночных судов (скутеров)	Рекордная скорость, км/ч	Класс спортивных мото-лодок (utility)	Рекордная скорость, км/ч
До 175	OI	105	IU	65
» 250	OA	135	AU	66
» 350	OB	146	BU	88
» 500	OC	168	CU	115
» 700	OD	172	DU	96
» 1000	OF	178	FU	114
» 1500	OI	211	IU	104
С компрессором	OX	186	—	—

На рис. 150 показан гоночный скутер 50-х годов, а на рис. 151 — современный скутер с подвесным мотором.

Требования к моторным катерам спортивных и гоночных классов различны. Если для катеров спортивных классов жесткие требования, предъявляемые с рабочему объему цилиндров мотора, обводам корпуса и сорту топлива, вполне обоснованы, то для катеров гоночных классов подобные ограничения излишни.

С 1970 г. установлены следующие требования к изготовлению и эксплуатации лодочных моторов: моторы необходимо изготавливать на заводах серийно и выпускать в среднем по 150 единиц каждой модели; они должны иметь передний, холостой и задний ход и должны быть одобрены для продажи.

Изменения допускаются в строго ограниченных пределах. Выбор гребного винта свободный, это же положение относится и к запальным свечам. Регулировка карбюратора и зажигания может быть изменена. Топливо необходимо использовать только стандартного сорта (без добавок).

Рекордные скорости могут быть увеличены, если при подготовке мотора и его эксплуатации выполнять указанные требования, а также использовать передовые технические знания⁶⁴.

Примером может служить заезд судна с одним подвесным мотором, в результате которого была достигнута неслыханная скорость — 211 км/ч.

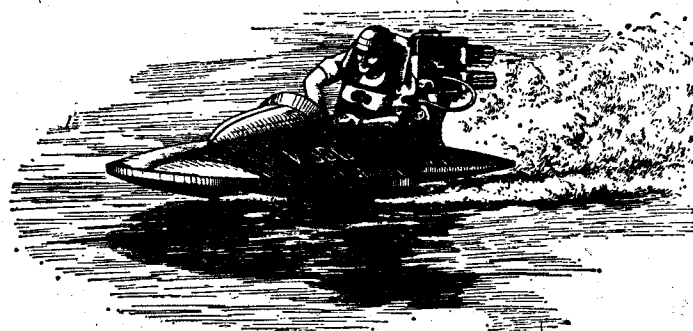


Рис. 150. Гоночный скутер 50-х годов.

Хуберт Энтроп спроектировал скутер «Старфлайт IV» длиной 5,2 м с единственной целью — установить мировой рекорд в классе OI с четырехцилиндровым V-образным мотором «Эвинруд»,

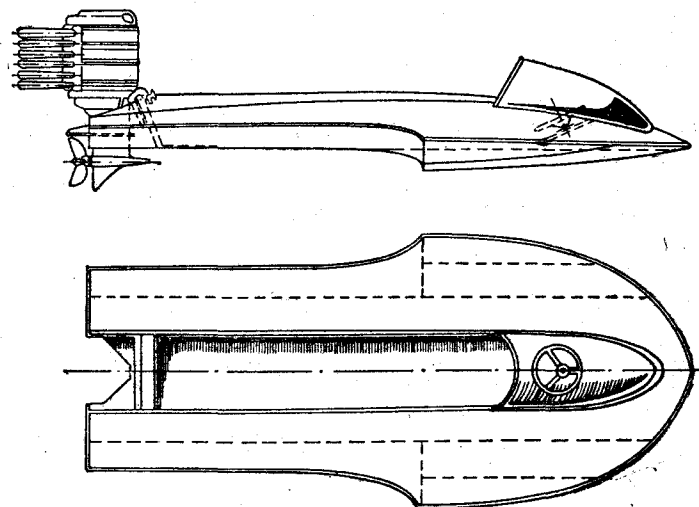


Рис. 151. Современный скутер с подвесным мотором. В результате разгрузки кормовой опорной поверхности скутер приобретает свойства двухточечного глиссера.

рабочий объем цилиндров которого 1470 см³. Водитель должен был наклонно лежать ногами вперед, с немного приподнятой головой, чтобы иметь возможность смотреть по курсу прямо между колен.

Распределение веса и аэродинамический дифферент можно было изменять с помощью особого устройства.

Водитель «Старфлайта IV», рекордсмен класса OF 1964 г., 26-летний студент Джерри Уолен установил несколько рекордов

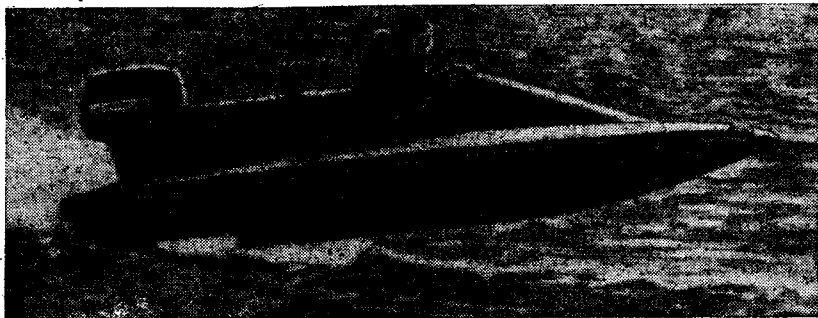


Рис. 152. Гоночный катамаран Дитера Шульца с подвесным мотором мощностью 115 л. с. Длина 5,85 м, ширина 2,2 м, скорость 120 км/ч. На катамах Д. Шульца гонщики многократно завоевывали первенство мира.

на судах с подвесными моторами. И теперь он был готов к этому необычному и рискованному заезду.

Перед спуском скутера на воду водителя вместе с матрасом пристегнули к корпусу, в результате чего он оказался полностью

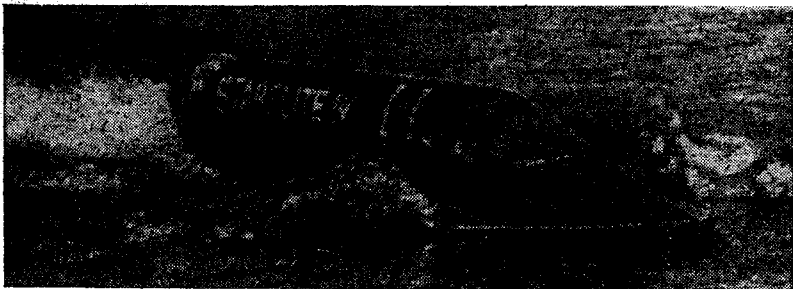


Рис. 153*. Скутер «Старфлайт IV» с четырехцилиндровым V-образным подвесным мотором «Эвируд». До 1973 г. удерживал абсолютный рекорд скорости (211 км/ч).

закрепленным в скутере и вел его по курсу почти в неподвижном состоянии. Управление осуществлялось двумя рукоятками, которые одновременно служили в качестве рукояток газа. Мотор был изготовлен специально для гоночных целей, с применением всех современных технических средств, включая повышенную степень сжатия вместе с непосредственным впрыском горячего (спиртовой

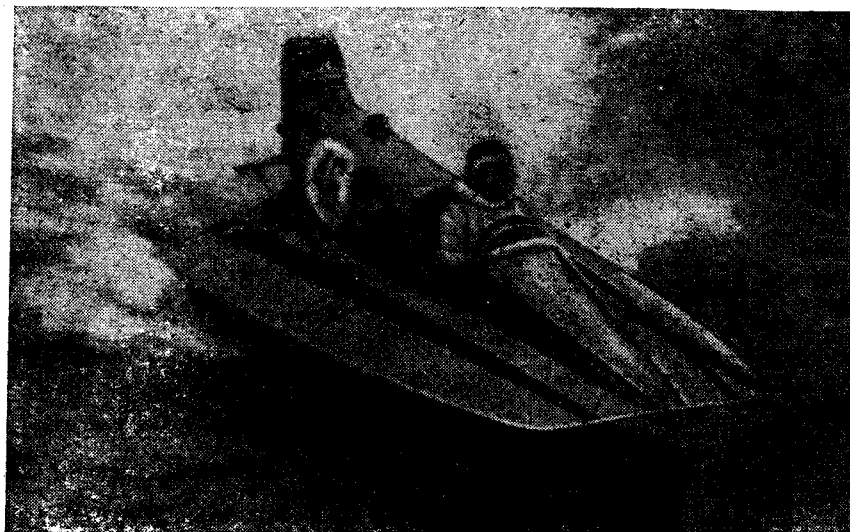


Рис. 154. На этом гоночном катамаране с шестицилиндровым подвесным мотором «Меркюри» мощностью 125 л. с. в 1968 г. гонщик Молинари выиграл шестичасовые гонки, проводившиеся на р. Сене в районе Парижа.

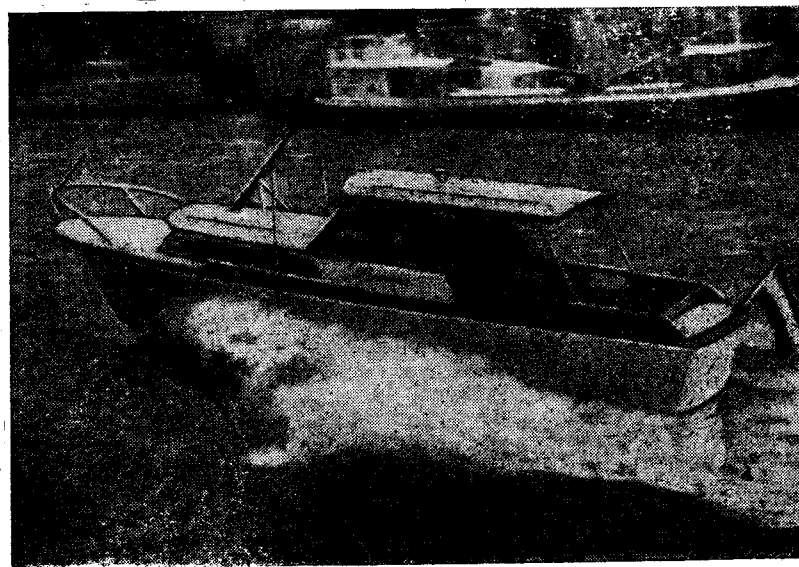


Рис. 155. 10-метровый моторный катер «Сьюпер Дайана». Построен из стеклопластика (на деревянной основе). Днище на $\frac{3}{4}$ длины имеет округлую форму шпангоутов, но в корме переходит в остроскулую, что пригодно для переходного режима движения.

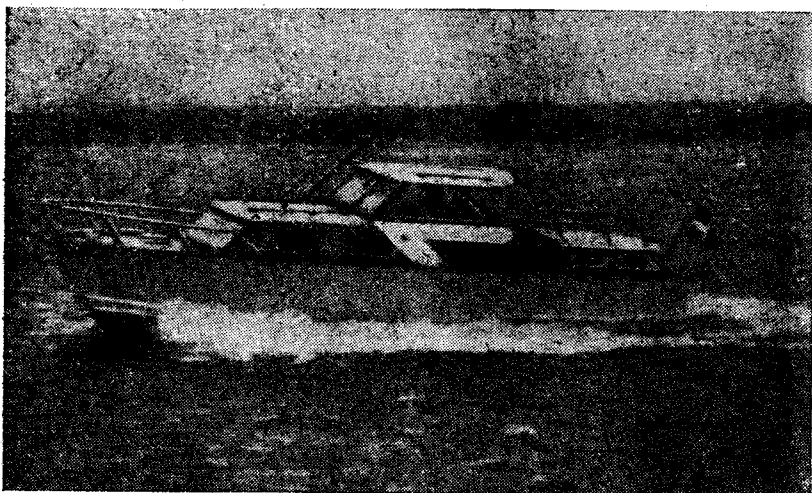


Рис. 156. Двухкаютный катер «Адлер IV» длиной 10,3 м. Построен целиком из красного дерева. С двумя дизелями «Волво-Пента» развивает скорость 33 км/ч.

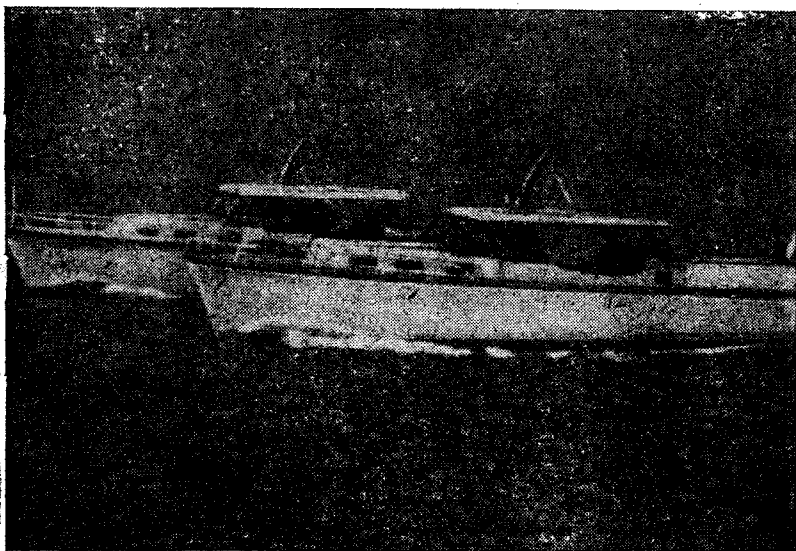


Рис. 157. 12-метровые моторные катера типа «Риомар». С дизелем мощностью 65 л. с. они развивают скорость 20 км/ч, а с дизелем мощностью 110 л. с. — почти 24 км/ч.

смеси с добавлением кастроля) и улучшенной системой зажигания. Патрубки свободного выхлопа по диаметру и длине определялись в зависимости от скорости выброса выхлопных газов, которые до некоторой степени удалялись за счет стоячих колебаний газа, чем достигалось улучшенное наполнение цилиндра чистым воздухом.

Скутер, великолепно уравновешенный и устойчивый, на полном ходу «пролетел» над водой, совершенно не касаясь ее поверхности, как будто он поддерживался только водяной струей, исходящей от подводной части подвесного мотора.

Результатом больших усилий и денежных средств была достигнутая скорость 211 км/ч.

На рис. 152—154 показаны скутеры различных классов.

45. Бензиновый двигатель или дизель?

Почти на всех небольших судах с механическим двигателем (99%) в качестве главных двигателей используются дизели или бензиновые моторы. Паровая машина встречается чрезвычайно редко (на старых рабочих катерах или у любителей курьезного).

В настоящее время применяют газовые турбины, например на быстроходных катерах флота, где при небольших габаритах судна необходима высокая скорость, а расходы и экономичность имеют второстепенное значение. В спортивном катеростроении пока еще преобладают катера, оборудованные обычными двигателями внутреннего сгорания.

Какой же двигатель лучше — бензиновый или дизель?

Несмотря на то, что дизель более экономично расходует топливо и менее пожароопасен, на малых быстроходных катерах (а в США даже на моторных яхтах длиной до 20 м) устанавливают оправдавший себя бензиновый двигатель, так как он меньше по размерам, легче и дешевле дизеля.

Если сравнить современные двигатели с двигателями десятилетней давности, то нетрудно заметить быстрое развитие легких катерных дизелей. Число их моделей постоянно увеличивается, диапазон мощностей расширяется, вес становится меньше. Однако до 1930 г. не существовало дизелей, которые годились бы для установки на небольшом катере (см. рис. 155—157).

Ничто не может с такой очевидностью показать успехи в развитии дизелей, как рекордные скорости, достигнутые в последние годы на дизельных катерах, хотя многие специалисты еще недавно считали невозможным превзойти на гоночном катере с дизелем скорость 100 км/ч.

Сопоставим преимущества и недостатки обоих типов двигателей.

Преимущества бензинового двигателя. При одинаковой мощности он весит в среднем в два раза меньше облегченного быстроходного дизеля, имеет спокойный ход, создает меньше шума, почти не вызывает вибрации. Большинство мощных бензиновых двигателей, используемых на катерах, преобразовано из автомобильных двигателей, поэтому они дешевле и для них легче приобрести запасные части.

Недостаток бензинового двигателя один-единственный — его топливо! Бензин огнеопасен, взрывоопасен, стоит значительно дороже дизельного топлива. Да и расходуется в среднем на 40% больше.

По надежности в эксплуатации, восприимчивости к морской воде, к неаккуратному обслуживанию и к засорению топлива двигатель незначительно отличается от дизеля.

Преимущество дизеля — в его топливе, которое в противоположность бензину менее огнеопасно, невзрывоопасно, дешевле.

Недостатки дизеля. Вес в среднем в два раза превышает вес бензинового двигателя. Большие размеры (прежде всего по высоте) не позволяют использовать его на малых катерах. Дизель создает больше шума и вибрации. Запах топлива и отработанных газов часто вызывает неприятные ощущения.

Экономичность дизелей на туристских и спортивных катерах нередко оценивается по недостаточным данным. Сама по себе экономия средств на приобретение топлива не дает полного основания для расчета рентабельности. Поскольку на покупку дизеля требуется значительно больше средств, чем на покупку бензинового двигателя, необходимо учитывать ежегодное количество часов эксплуатации дизеля. Лишь после этого можно рассчитать, какой период времени потребуются, чтобы компенсировать высокую стоимость дизеля экономией в расходе топлива. Туристские и спортивные моторные катера почти никогда не эксплуатируются ежегодно в течение 300 ч, а двигатели на многих катерах работают не более 100 ч в год и то при частичной нагрузке, т. е. с уменьшенным расходом топлива.

На моторостроительных заводах по техническим причинам расход топлива указывается в граммах на лошадиную силу в час [г/(л. с. · ч)], а поставщиками бензина и дизельного топлива — в литрах. Чтобы упростить расчет расхода топлива, его стоимости, емкости топливных цистерн и дальности плавания катера, составлена таблица средних значений расхода топлива для двигателей, находящихся в хорошем эксплуатационном состоянии. Однако ни бензин, ни дизельное топливо не имеют абсолютно точного удельного веса. Поэтому в данных таблицы есть небольшие отклонения, особенно в показателях расхода топлива, так как действительный расход топлива зависит не только от типа и марки двигателя, но и от состояния двигателя, и от его нагрузки.

По таблице можно приближенно рассчитать экономичность трех типов двигателей. При этом необходимо знать продажную стои-

мость двигателя, местные цены на топливо и количество ходовых часов катера в год.

Двигатель	Мощность двигателя, л. с.	Вид топлива	Расход топлива	
			г/(л. с. · ч)	л/(л. с. · ч)
Бензиновый:				
небольшой	~10	Бензин	245	0,33
средний	Более 50	»	220	0,29
большой	» 150	»	210	0,28
Дизель:				
небольшой	~10	Дизельное топливо	200	0,24
средний	Более 50	То же	180	0,21
большой	» 200	»	170	0,20
Подвесной мотор:				
маленький (устаревший)	—	Бензин	—	0,8—1,0
средний	—	»	—	0,5—0,6
большой	—	»	—	0,45

Для спортивных катеров одна экономичность двигателя не является определяющей. Часто бывают причины, вынуждающие отдать предпочтение тому или другому типу двигателя. Например, на легких спортивных катерах дизели пока еще не устанавливают⁶⁵.

46. Быстроходные или тихоходные двигатели?

В скандинавских гаванях на рыболовных ботах еще можно встретить старые тихоходные одноцилиндровые калоризаторные двигатели. С большим маховиком, тяжело вращающиеся, они работают очень медленно, благодаря чему создают впечатление надежности. Однако необходимо оценить, действительно ли современный быстроходный двигатель — плохая замена старым двигателям.

Увеличенная частота вращения, небольшие габариты, малый вес, сравнительно невысокая стоимость — таковы наиболее ценные качества быстроходных двигателей. К тому же уменьшается вибрация, а часто и шум, упрощается монтаж двигателя, значительно возрастает скорость катера.

Вначале высказывали опасения относительно малого моторесурса быстроходных двигателей. В настоящее время для этого

нет оснований. Если стоимость двигателя умножить на срок его службы, то получатся, по крайней мере, одинаковые издержки; возможно даже, что преимущество окажется на стороне быстроходного двигателя.

Рассмотрим зависимость между частотой вращения и к. п. д. гребного винта. Для катеров с малой и средней скоростью требуется довольно низкая частота вращения, для быстроходных катеров — высокая. Быстроходный двигатель можно приспособить к малой частоте вращения гребного винта путем установки редуктора.

На спортивных и туристских катерах малой и средней величины из-за их небольшого веса всегда устанавливают быстроходные двигатели с соответствующей степенью редукции. Сейчас даже на больших тихоходных моторных яхтах все чаще используют быстроходные двигатели.

Быстроходность характеризуется не только частотой вращения двигателя, но и средней скоростью поршня, которую можно считать по уравнению

$$v_{\text{ср. п}} = \frac{Hn}{30},$$

где $v_{\text{ср. п}}$ — средняя скорость поршня, м/с; H — ход поршня, м; n — частота вращения двигателя, об/мин.

Средняя скорость поршня серийно изготовленных бензиновых двигателей, предназначенных для обычной эксплуатации, составляет 14 м/с, гоночных бензиновых двигателей — 20 м/с и более, дизелей — 11 м/с.

Итак, можно заключить, что легкий быстроходный двигатель во многих случаях заслуживает предпочтения. Однако степень редукции его частоты вращения должна определяться гребным винтом. При этом в первую очередь стремятся к повышению к. п. д. гребного винта. Для тихоходных катеров достаточно низкая частота вращения гребного винта, для быстроходных — высокая, а для гоночных катеров — увеличенная. Однако нельзя точно определить оптимальную частоту вращения гребного винта, поскольку для получения наибольшего его к. п. д. часто требуется такой большой диаметр винта, что его невозможно порой установить под днищем катера.

47. Максимальная мощность двигателя

В эксплуатации очень важна разница между наибольшей мощностью двигателя на фланце и продолжительной его мощностью в легких и тяжелых условиях работы. Конечно, заводской отдел рекламы хотел бы показывать более высокую мощность для обеспечения конкурентоспособности. Технический

же отдел стремится указывать пониженную мощность, чтобы избежать трудностей и лишних расходов в гарантийный период.

Разница между продолжительной мощностью двигателя в легких и тяжелых условиях работы заключается в том, что среднее количество ходовых часов спортивного или туристского катера редко превышает 200 в год, в то время как количество ходовых часов рабочего катера часто достигает 1500 и более. Для перехода от максимальной мощности катерного двигателя (она всегда меньше максимальной мощности транспортного двигателя) к продолжительной необходимо в среднем дополнительно уменьшить продолжительную мощность при легких условиях работы с перерывами на 15%, а продолжительную мощность при тяжелых условиях непрерывной работы на 24%⁶⁶.

Диаграмма мощности полностью оборудованного (включая реверсивную передачу) катерного двигателя показана на рис. 158. Кривые построены по средним значениям тормозных диаграмм большого количества катерных двигателей. Кривая *A* — максимальная мощность обычного катерного двигателя (200 л. с. при 2400 об/мин) с допустимым временем работы в течение 15 мин; кривая *B* — мощность того же двигателя (170 л. с. при 2000 об/мин) при продолжительной работе спортивного катера, но без превышения допустимых границ тепловой нагрузки; кривая *B* — мощность того же двигателя при неограниченном сроке работы тяжелого катера (150 л. с. при 2000 об/мин).

Пунктирные кривые *1—5* характеризуют гребные винты различной величины с максимальной частотой вращения от 1200 до 2400 об/мин, причем самый большой гребной винт (кривая *5*) потребляет наименьшую максимальную мощность, а маленький (легкий) гребной винт (кривая *1*) позволяет реализовать наибольшую частоту вращения и максимальную мощность. Кривые получены в виде кубических парабол и почти не зависят от особенностей катера.

В таблице приведены примерные диаметры гребных винтов для катеров со средними скоростями (с прямой передачей и с передаточным числом 2 : 1)⁶⁷.

Кривая	Мощность двигателя, л. с.	Частота вращения двигателя, об/мин	Диаметр гребного винта, мм	
			прямая передача	передаточное число 2 : 1
1	200	2400	450	640
2	185	2100	465	670
3	165	1800	490	710
4	140	1500	525	770
5	114	1200	570	850

Семейство кривых 1—5 показывает, что можно не допускать максимальной частоты вращения двигателя, установив гребной винт соответствующего размера. Если нагрузка двигателя слишком высокая, то достаточно уменьшить частоту вращения двигателя на 5%, чтобы мощность снизилась на 14%. Для продолжи-

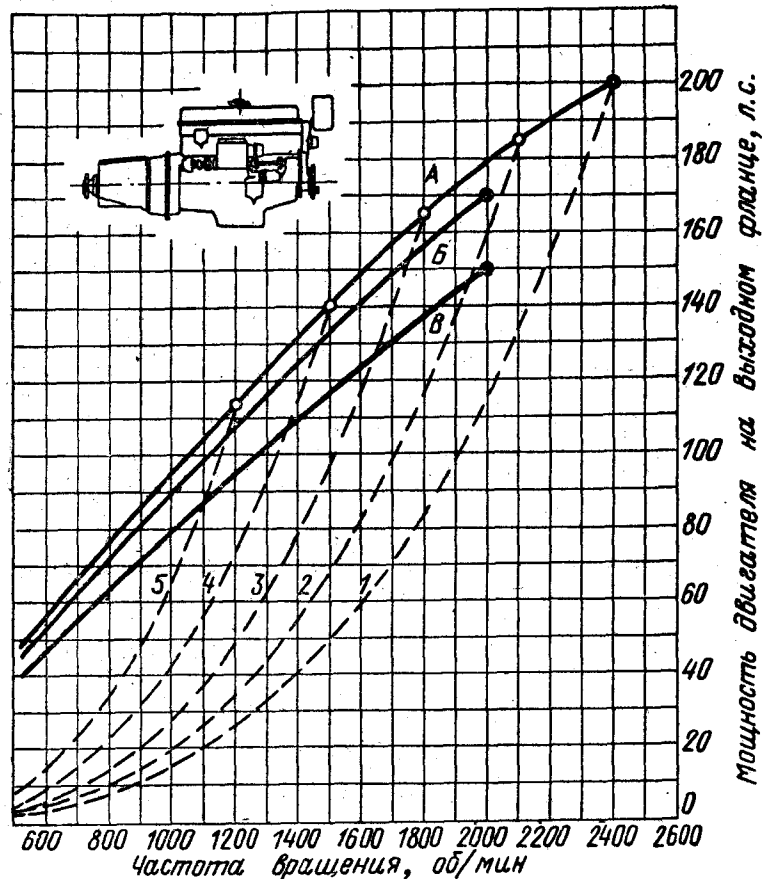


Рис. 158*. Диаграмма мощности катерного двигателя.

тельного рейса максимальную частоту вращения рекомендуется уменьшить на 10%, благодаря чему мощность двигателя, передаваемая гребному винту, снизится на 27%. Скорость катера при этом уменьшится лишь на 10%.

Если бы моторостроительные заводы указывали расход топлива при различных нагрузках двигателя и для всего диапазона частоты вращения, можно было бы с достаточной точностью составить расчет дальности плавания для любого катера с различными гребными винтами.

На рис. 159 приведены три градации частоты вращения гребного винта при эксплуатации спортивного катера: 1 — при наибольшей длительной скорости; 2 — при крейсерской скорости; 3 — при экономической скорости. Для каждой из этих скоростей определяют резерв мощности двигателя (кривая А) и увеличивающуюся дальность плавания (кривая Б) при данном запасе топлива. Ча-

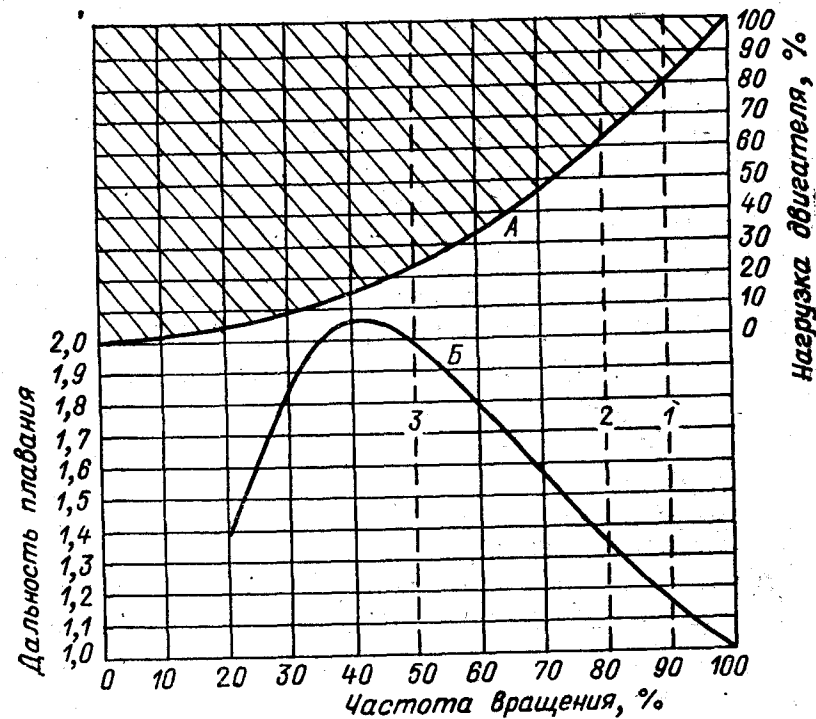


Рис. 159*. Диаграмма резерва мощности двигателя и дальности плавания катера в зависимости от частоты вращения двигателя и нагрузки гребного винта.

стота вращения на нижней шкале выражена в процентах от максимальной частоты вращения гребного винта. Заштрихованным участком обозначен резерв мощности двигателя.

Двигатели одной серии, будь они новыми или бывшими в употреблении, никогда не показывают абсолютно одинаковую мощность. Например, замеренная мощность двигателя 85 л. с. в действительности колебалась между 82,5 и 88 л. с. Несмотря на все усилия, не удалось довести менее мощный двигатель до стандартной мощности. Причину можно установить лишь при очень большой затрате времени, чего моторостроительные заводы не могут себе позволить.

Сказанное относится и к катерам одной серии. Часто озадачивает разница, получаемая при строгих замерах скорости

катеров большой серии (от 12 до 35), несмотря на точно предписанные условия приемных испытаний. Однако неверно предполагать, что различие в скорости катеров зависит только от двигателей. Так, каждый двигатель из 12 катеров одной серии предварительно проверялся на испытательном стенде, при этом действительные значения мощности колебались в пределах 130—135 л. с., но результаты ходовых испытаний катеров совершенно не соответствовали заранее определенной мощности двигателей. Катер, который с трудом развивал скорость 49 км/ч, был оборудован двигателем высокой мощности, а на катере, который вместо ожидаемых 50 км/ч развил скорость 52,5 км/ч, был установлен двигатель средней мощности. Можно до бесконечности искать возможные причины этого явления, однако необходимо сделать вывод, что скорость катера зависит не только от мощности двигателя, но и от трудно учитываемых факторов⁶⁸.

48. Одномоторная или многомоторная установка?

В транспортном судоходстве использование одномоторной или многомоторной установки рассматривают с экономической точки зрения, а при выборе установки для моторных яхт и быстроходных катеров (рис. 160—161) важен еще и психологический момент — двухвинтовая установка (рис. 162) создает впечатление силы и надежности. При этом необходимо учитывать размеры и скорость катера, дальность плавания, допустимую осадку, вес двигателя и его габариты по высоте.

Вначале краткое резюме относительно двухмоторной установки. Какое приятное чувство уверенности вызывают два двигателя! А какие великолепные маневры можно выполнять! Катер «вертится как на тарелке»; можно отвести корму, не давая переднего хода; улучшается управляемость на заднем ходу. (Правда, бывают одновинтовые катера, имеющие хорошую маневренность, и двухвинтовые катера, которые управляются на редкость плохо.)

Однако у одномоторной установки свои не менее важные преимущества. Большой двигатель потребляет меньше топлива и имеет более высокий к. п. д.

Преимущество одного большого, установленного посредине гребного винта велико. С ним не могут сравниться ни в скорости, ни в экономичности два меньших бортовых гребных винта при одинаковой общей мощности. Большой гребной винт, расположенный посредине, использует попутный поток, создающий дополнительное упорное давление, и получает меньше повреждений, чем два гребных винта, расположенных по бортам.

На основании многократных наблюдений пришли к следующему выводу: для достижения одинаковой скорости мощности двухмоторной установки по сравнению с одномоторной требуется уве-

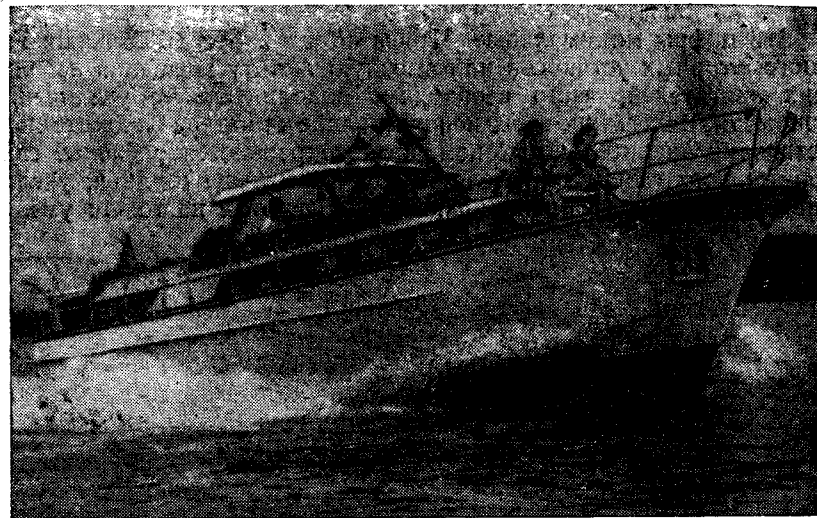


Рис. 160. Моторная яхта «Бискайя». Построена из стали на верфи «Роберт Франц». Длина 12,8 м, ширина 3,40 м, водоизмещение 9,5 м³. С двумя дизелями «Волво-Пента» мощностью по 190 л. с. яхта развивает скорость около 35 км/ч.

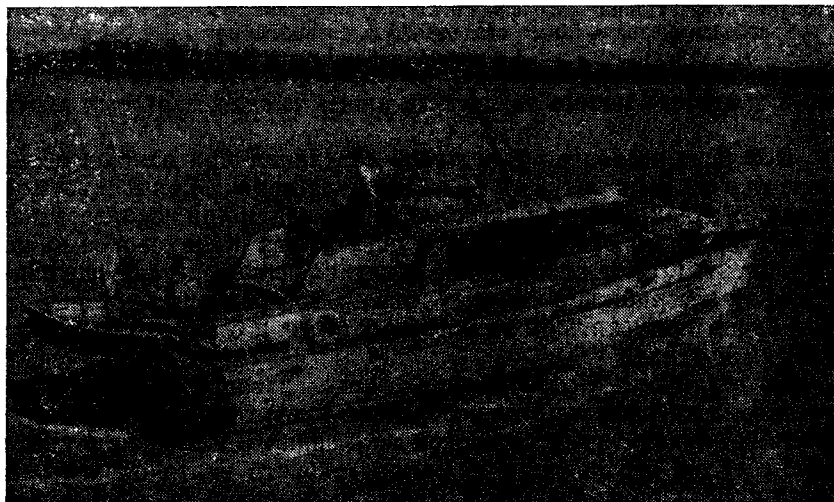


Рис. 161. Туристский катер «Атлантика» длиной 11 м, шириной 3,15 м с одним двигателем мощностью 140 л. с. Главный пост управления расположен в полузакрытой палубной рубке, однако в основном используют верхний пост управления (на мостике), оборудованный всеми необходимыми приборами.

личить на 15%, трехмоторной — на 22% и четырехмоторной — на 30%.

Эти цифры минимальные. Чтобы компенсировать большой вес многомоторных установок или высокую частоту вращения небольших двигателей, часто необходимо дополнительное увеличение мощности. Вследствие этого использование на катере одномоторной установки значительно экономичнее: сокращаются расходы, связанные с монтажом двигателя, требуется меньше топлива, увеличивается дальность плавания катера. Несмотря на то что умень-

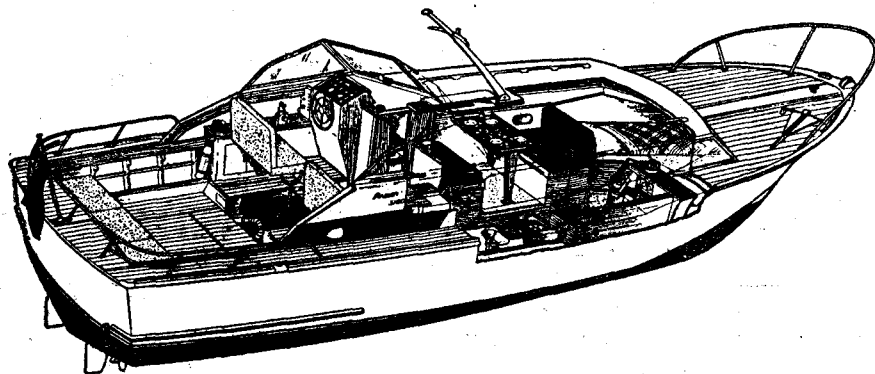


Рис. 162. Быстроходный серийный туристский катер «Рэпиа 3100» (Англия). С двумя дизелями «Перкинс» мощностью по 145 л. с. катер развивает скорость, равную 55 км/ч. Длина наибольшая 9,45 м (по ватерлинии 7,95 м), ширина 3,12 м, водоизмещение ~4,5 м³, осадка 0,76 м, дальность плавания 463 км.

шается общий вес катера, остойчивость его улучшается, так как один двигатель можно разместить ниже, чем два бортовых двигателя.

Все чаще несколько двигателей соединяют при помощи общей передачи на один ведущий вал. Такие установки применяют и на больших судах, и на гоночных катерах, так как при использовании одного среднего гребного винта повышается пропульсивный коэффициент. К сожалению, такие объединяющие передачи еще изготавливают несерийно, и поэтому они имеют размеры, которые не позволяют применять их на моторных яхтах и быстроходных спортивных катерах.

По техническим соображениям, использование многомоторной установки выгодно там, где необходимо иметь очень малую осадку. Помимо двухвинтовых установок применяют 3 или даже 4 винта, чтобы кроме ограничения диаметра гребного винта охватить по возможности большую массу воды. Мелкосидящие речные буксиры нередко имеют 4 винта.

Таким образом, одномоторная установка — это высокая экономичность и наивысшая скорость, двухмоторная — надежность и улучшенные маневренные качества. Трех- или четырехмоторная установка рекомендуется только для судов с ограниченной осадкой.

49. Вспомогательный или запасной двигатель

При определенных размерениях катеров (от 8 до 12 м) из-за недостатка площади, как правило, устанавливают один двигатель, хотя владелец охотно выбрал бы двухмоторную установку. При больших размерениях катеров одномоторную установку часто выбирают из-за экономических соображений. При этом возникает вопрос: существует ли какой-нибудь запасной двигатель на случай выхода из строя основного двигателя?

Использование подвешенного мотора возможно, если он установлен на бортовой шлюпке, которая будет буксировать основное судно. Вспомогательная шлюпка при этом швартуется к кормовой части борта основного судна. Можно установить подвесной мотор и в шахте, проходящей через днище в корме судна.

Гребной вал, работающий от электрогенератора. Если вспомогательный дизель-генератор не очень мал, то гребной вал может работать от него при помощи роликовой цепи или клиновидного ремня. При этом важно, чтобы было рассчитано соответствующее передаточное число для вращения большого гребного винта при небольшой мощности. Мощность дизель-генератора должна быть не меньше $\frac{1}{20}$ мощности главного двигателя, что обеспечит около $\frac{1}{3}$ нормальной частоты вращения гребного винта.

Использование специального запасного двигателя мощностью от $\frac{1}{5}$ до $\frac{1}{10}$ мощности главного двигателя связано с некоторыми трудностями: где его установить; возможен ли цепной привод на гребной вал или необходимо устанавливать отдельный вал; можно ли использовать съемную Z-образную передачу; легко ли двигатель приводится в действие; необходимо ли иметь для него специальный бензин?

Поскольку вспомогательный двигатель, как правило, продолжительное время не используется, существуют опасения, что он не сможет работать в случае аварии. Бывало, что запасные двигатели в течение 20 лет стояли без употребления и наконец демонтировались как бесполезные.

Вспомогательное парусное вооружение. Тот, кто намеревается совершить длительное плавание, может использовать парусное вооружение (хотя бы для успокоения качки). Если научиться обращаться с парусами, то проблема запасного двигателя будет решена. На современных моторных туристских катерах вспомогательное парусное вооружение часто нежелательно лишь потому, что не хотелось бы иметь высокую, укрепленную штагами мачту. Она портит внешний вид катера и затрудняет свободу передвижения по борту.

На случай аварии необходимо воспользоваться аварийной радиостанцией. Очень важно, чтобы сигнал бедствия подавался только в случае аварии, а не диктовался страхом. Однажды экипаж парусной яхты по сигналу бедствия был снят вертолетом,

а покинутая, совсем невредимая яхта много недель находилась в море. Владелец 14-метровой моторной яхты с одним дизелем, плававший на ней более 20 лет, как-то заявил: «Главный двигатель ни разу не выходил из строя, пока я был на борту, и лишь недавно, это впервые случилось в мое отсутствие, он вышел из строя. Никто не искал причину, которую наверняка можно было бы устранить при помощи средств, имевшихся на борту катера. Никто не старался запустить запасной двигатель. Воспользовались предложенной вскоре помощью буксира и после двухдневной буксировки пришли к месту стоянки».

50. Пять типов машинной установки

До сих пор придерживались общего положения, что на судне должен находиться двигатель, который бы через валопровод передавал свою мощность на гребной винт. При этом возникали вопросы: какие размеры катера являются предельными для использования в качестве привода подвесного мотора или Z-образной передачи и когда выгодно использовать водометный движитель вместо гребного винта?

Существует пять типов машинной установки:

- стационарный двигатель, работающий непосредственно на гребной вал;
- стационарный двигатель с угловой передачей на гребной вал;
- стационарный двигатель с Z-образной передачей на винт;
- стационарный двигатель с водометным движителем;
- подвесной мотор в качестве главного двигателя для небольшого катера.

Во многих случаях условия эксплуатации или район плавания сами собой обуславливают выбор типа машинной установки, например требования к уменьшенной осадке или заранее определенное место для установки двигателя на катере. При отсутствии особых требований двигатель, работающий через обычный вал на гребной винт, следует устанавливать внутри судна.

Однако необходимо рассмотреть каждый случай, так как бывают причины, вынуждающие отказаться от общепринятой схемы и искать другое решение. Для проведения этого анализа выбран катер, размеры которого подходят для использования мотора любого типа.

В каждом случае следует обратить внимание на два технических вопроса:

- позволяет ли выбранный тип установки правильно распределить весовые нагрузки на катер или же катер изменяет дифферент;
- выгодно ли используется мощность двигателя?

Затем решают, не мешает ли установка двигателя внутри корпуса катера или имеются какие-нибудь другие причины для отклонения общей рекомендации.

Обычный стационарный двигатель (рис. 163). Предположим, что выбран быстроходный бензиновый катерный двигатель мощностью 50 л. с., частота вращения которого высока для обеспечения требуемого к. п. д. гребного винта. Тогда применяют редуктор. Двигатель располагают к корме от мидель-шпангоута, приблизительно в самом широком месте ватерлинии. Перед гребным вин-

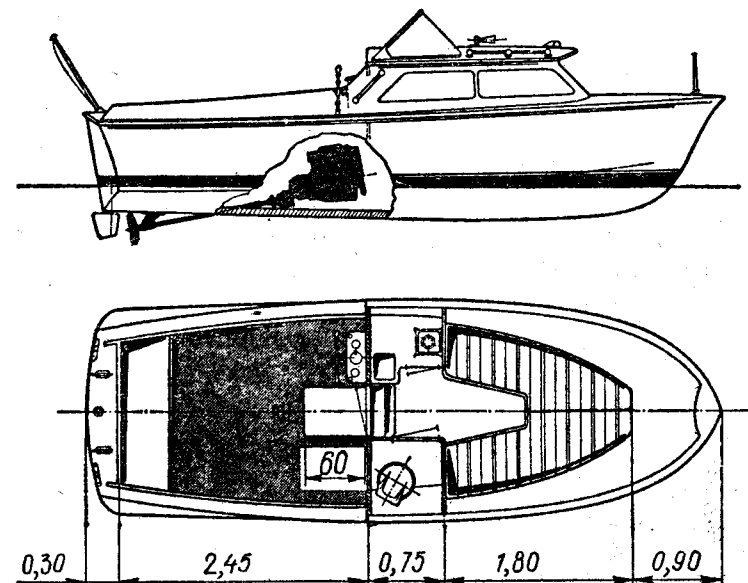


Рис. 163. Обычный стационарный двигатель, расположенный почти в средней части катера, обеспечивает наиболее благоприятный дифферент.

том находится кронштейн гребного вала, за ним руль. Эта установка безукоризненна и эффективна.

Расположение двигателя прямо у входа в каюту вызывает меньше неудобств, чем это кажется по рисунку. Расстояние от двигателя до поста управления и приборного щитка небольшое. Монтаж механизмов прост.

На подобном катере можно также установить небольшой быстроходный дизель или два одинаковых бензиновых двигателя мощностью по 50 л. с.

Угловая передача (рис. 164). Называемая также V-образным редуктором, угловая передача используется в том случае, когда двигатель необходимо установить в корпусе катера в корме, примерно над гребным винтом. Такая угловая передача поставляется в виде отдельного механизма. Однако имеются двигатели с угловой передачей. В этом случае за счет меньшей длины конструкции значительно упрощается монтаж, однако затрудняется доступ к

фланцу двигателя и сальнику. Кроме того, при средней скорости катер имеет большой дифферент на корму. Чтобы выровнять его, топливную цистерну и другие весовые нагрузки стараются располагать по возможности в носовой части судна. К. п. д. гребного винта остается достаточно высоким.

При монтаже приходится жертвовать частью кормовой банки, чтобы обеспечить свободный доступ в каюту, однако общее рас-

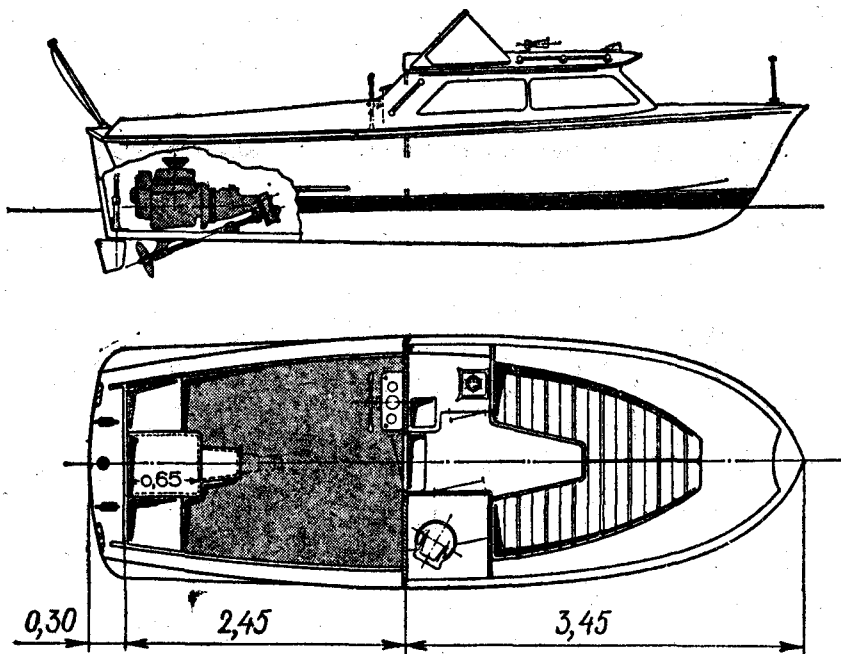


Рис. 164. При использовании угловой передачи двигатель переносится в корму, что увеличивает свободную площадь кокпита.

положение улучшается. Кроме того, шум от двигателя, расположенного далеко в корме, не мешает экипажу.

Вертикальная угловая колонка, или Z-образная передача. (рис. 165).

Z-образная передача получила широкое распространение в начале 60-х годов. Это объясняется прежде всего удачной конструкцией двигателя «Волво-Пента» (Швеция). Большое преимущество заключается в упрощенном монтаже, который в основном осуществляется на моторостроительном заводе, что позволяет верфи избавиться от услуг специализированной мастерской при установке валопровода, выпускной системы, циркуляционной системы охлаждающей воды. Даже все кабели и приводы приборов поставляются подогнанными по длине, включая управление вместе со штурвалом и передачей, благодаря чему время, необходимое для

монтажа двигателя на катере, сокращается в 10 раз по сравнению со временем, необходимым для монтажа обычного катерного двигателя. Поэтому Z-образную передачу предпочитают особенно там, где ощущается недостаток в квалифицированных монтажниках. Однако экономии в расходах не получается, так как стоимость двигателя с Z-образной передачей вместе с принадлежностями

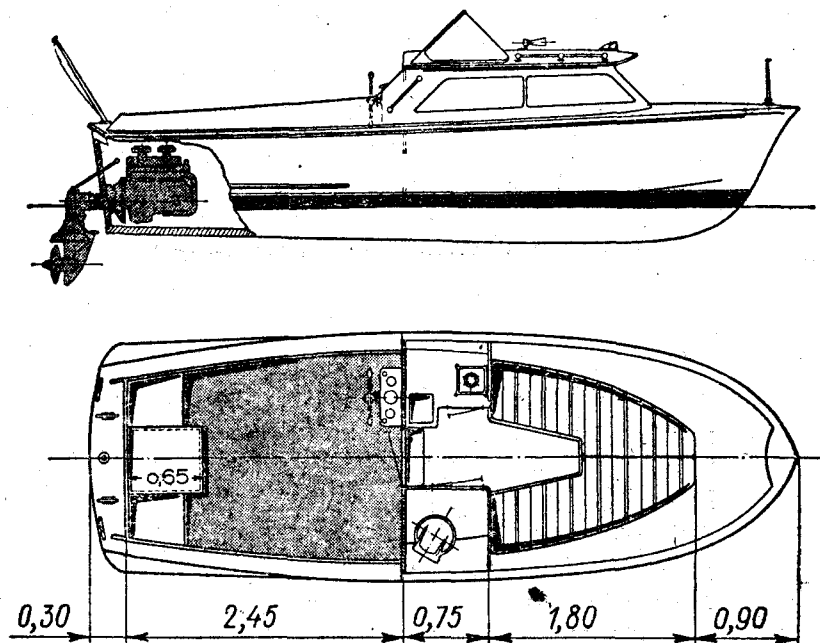


Рис. 165. Двигатель с Z-образной передачей расположен еще дальше в корме. При посадке на мель гребной винт легко поднимается. Упрощена погрузка на трейлер.

значительно превышает стоимость обычного двигателя, а из-за чувствительности механизмов требуется очень тщательный уход за двигателем в эксплуатации, да и распределение веса такое же невыгодное, как и на катерах, оборудованных V-образной угловой передачей.

Преимущества же Z-образной передачи заключаются в том, что катер легко можно погрузить на прицеп без опасения повредить кронштейн гребного вала, гребной винт или перо руля. В случае посадки катера на мель колонка поднимается; у некоторых моделей она может подняться и продолжать работать; в случае повреждения ее легко можно осмотреть. Замечательным качеством колонки является выхлоп газов через ступицу гребного винта в воду. В результате шум и газы поглощаются водой. Такая система выхлопа впервые была использована на подвесных мото-

рах «Меркюри» и вскоре нашла широкое применение. Реверсивное устройство, находящееся в подводной части колонки, часто комбинируют с верхней угловой передачей. Поэтому переключать передний, холостой и задний ход надо осторожно.

К. п. д. таких установок, используемых на быстроходных катерах, как правило, высокий, а при использовании установок на тихоходных катерах к. п. д. значительно ниже из-за увеличен-

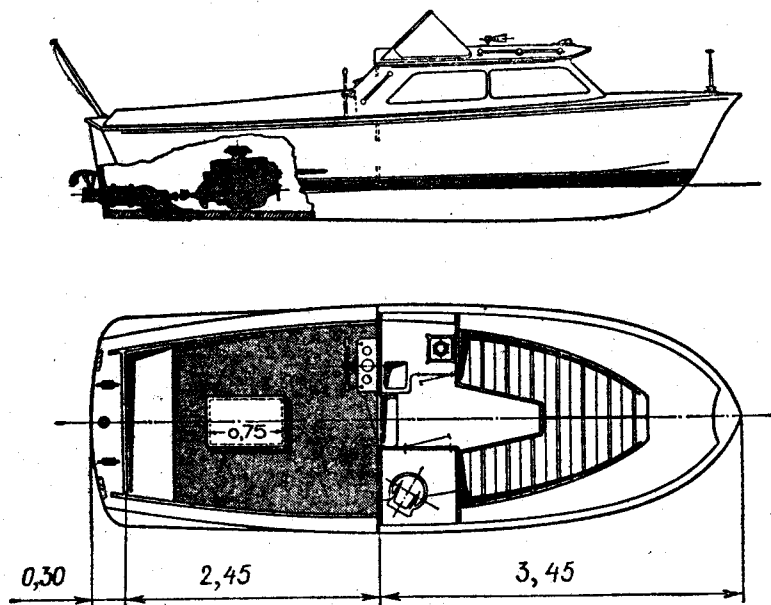


Рис. 166. Катер с водометным двигателем.

ной частоты вращения двигателя и слишком малого диаметра гребного винта. Отрицательное влияние потока воды на винт такое же, как и при обычной установке.

Подводная часть Z-образной передачи часто подвергается коррозии от морской воды. Меры борьбы с ней принимают уже на заводе-изготовителе: используют стойкий к коррозии металл, защитные покрытия. Несмотря на это, коррозионные повреждения встречаются довольно часто, поэтому установку необходимо постоянно проверять, для чего катер рекомендуется поднимать на берег при помощи трейлера, слипа, крана или другого подъемного устройства.

К управлению двигателем с колонкой легко привыкают, хотя и существуют некоторые особенности. Так, при изменении курса иногда образуются кавитация гребного винта, мешающая управлению.

Водометный двигатель. Одна из наиболее часто применяющихся конструкций водометного двигателя изображена на рис. 166.

Двигатель установлен довольно далеко от кормы. Иногда укороченные водоструйные насосы располагают за кормой, снаружи катера, тогда двигатель можно сдвинуть почти так же далеко в корму, как на катерах с угловой или Z-образной передачей. Как видно, кормовая банка здесь сохраняется, кожух двигателя можно использовать как стол.

Водометная установка имеет большое преимущество — отсутствуют выступы под килем. Поэтому она более пригодна для судов, плавающих в мелких или каменистых водоемах, чем другой движитель. Правда, бывает, что через входное отверстие засасываются песок и мелкие камни, но благодаря съемной крышке впускное отверстие при засорении можно легко очистить.

Водометы очень чувствительны к коррозии. Чтобы продлить срок службы водометов, их рекомендуется хранить на берегу.

Катера с водометными движителями значительно отличаются от обычных катеров ходовыми и тормозными качествами, а также управляемостью, которая осуществляется изменением направления водяной струи у выходного сопла. При этом отпадает необходимость в реверсивной передаче, а также и в сцепной муфте.

Стандартные водоструйные насосы пригодны только для быстроходных катеров, так как при невысокой скорости катера управляемость и торможение значительно ухудшаются. Необходимо учесть, что с уменьшением веса катера и увеличением его скорости к. п. д. водометного движителя повышается.

Подвесной мотор (рис. 167). Если двигатель с Z-образной передачей поставляется заводом-изготовителем уже в собранном виде и его необходимо только смонтировать в катере, то подвесной мотор легко установить самим. Достаточно прикрепить к транцу прочную планку для крепления мотора и вся установка, даже большого двигателя, отнимет считанные минуты. Присоединение бака с горючим, а также механизмов управления тоже происходит быстро.

Подвесной мотор не занимает полезную площадь кокпита, но в корме необходимо предусмотреть водонепроницаемую нишу, для которой требуется почти столько же места, сколько и для двигателя с Z-образной передачей⁶⁹. При этом кормовая банка сохраняет полную ширину.

Почти все подвесные моторы, за исключением самых маленьких, имеют холостой и задний ход. Благодаря этому двигатель можно запускать и прогревать без нагрузки. Задний ход особенно важен для больших катеров, так как способствует надежному выполнению маневров при швартовных операциях.

Первые на подвесном моторе был использован задний ход в 1949 г., что произвело сенсацию, но и вызвало недоверие. Однако очень скоро убедились в надежности заднего хода.

Для экономии веса большинство подвесных моторов работает по двухтактному циклу. Поэтому приходится мириться с повышенным расходом топлива по сравнению с расходом четырехтакт-

ным двигателем, что имеет значение, например, для небольших туристских катеров.

Благодаря небольшому весу подвесного мотора можно получить выигрыш в скорости или использовать двигатель невысокой мощности. Чем легче катер, тем лучше компенсируется увеличенный расход горючего⁷⁰.

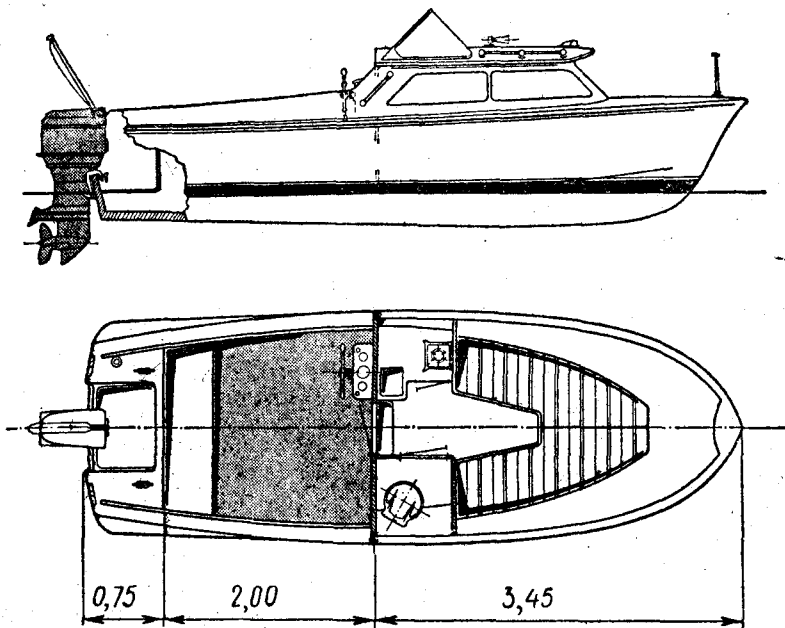


Рис. 167. Легкий катер с подвесным мотором.

Проблема коррозии существует и в случае использования подвесного мотора. Однако уход за мотором облегчается, так как он легко снимается и переносится.

Выше было сказано, что результатом небольшого веса катера и высокой его скорости является настолько хороший общий к. п. д., что компенсируется увеличенный расход бензина. Рабочие катера с малой мощностью двигателя тоже хорошо себя оправдывают. Однако, если необходима экономичная установка для большого катера, следует отдать предпочтение стационарному двигателю.

Современные подвесные моторы удивительно надежны в работе. Даже в известных гонках в прибрежных зонах и на море победу одерживали катера, оборудованные двумя, тремя или даже четырьмя подвесными моторами.

Какому виду машинной установки отдать предпочтение? Это зависит от района плавания, а также от проблемы монтажа двигателя, связанной с местными условиями.

Одна из английских фирм, строящая небольшие туристские катера «Туна» (длина 6,1 м, ширина 2,1 м), привела сравнительные данные машинных установок для 100 катеров из стеклопластика, выпущенных фирмой в 1970 г.

Тип двигателя	Мощность, л. с.	Количество катеров	Скорость катера, км/ч
Дизель «Перкинс» с Z-образной передачей	48	35	33
Два стационарных бензиновых двигателя «Форд»	65	35	48
Бензиновый двигатель «Волво-Пента» с Z-образной передачей	130	15	50
Стационарный бензиновый двигатель «Форд» с Z-образной передачей	65	10	33
Два подвесных мотора	40	5	48

Таким образом, небольшую скорость можно получить при использовании дизельного двигателя «Перкинс», наибольшую — при использовании бензинового двигателя «Волво-Пента». Применение двух подвесных моторов по 40 л. с. дает возможность достичь той же скорости (48 км/ч), что и при двух стационарных двигателях мощностью по 65 л. с.

С удивлением замечаем малое число любителей подвесных моторов. Двигатели с Z-образной передачей используются несколько чаще, чем двигатели с обычным гребным винтом. А тем, кто выберет дизель, следует учесть, что из-за увеличенной высоты он оборудуется только Z-образной передачей⁷¹.

51. Автомобильные двигатели на катерах

Известно, что большинство двигателей современных легких быстроходных катеров переоборудовано из транспортных (рис. 168). Изготовление так называемых чисто катерных двигателей уменьшилось уже в 30-е годы, когда некоторые фабрики стали тайком скупать двигатели у автомобильных заводов, чтобы затем переоборудовать их в катерные. В то время еще верили, что для чисто катерного двигателя необходим особенно прочный коленчатый вал, обязательны чугунные поршни, а водяные рубашки должны обеспечивать увеличенный расход воды.

Техника преобразования транспортных двигателей в катерные тем временем настолько развилась, что многие заводы—изготови-

тели катерных двигателей вообще перестали создавать двигатели, а покупали их у заводов, выпускающих автомобили, грузовики и тракторы. Транспортные двигатели, специально предназначенные для переоборудования в судовые, в большом количестве поставлялись по специальным техническим спецификациям.

Двигатели в условиях эксплуатации подвергаются коррозии. Так как транспортный двигатель не имеет контакта с морской водой, то проблема коррозии решается путем использования замкнутого водяного охлаждения. В катерном двигателе осуществляется такой же циркуляционный цикл пресной воды, как и в транспорт-

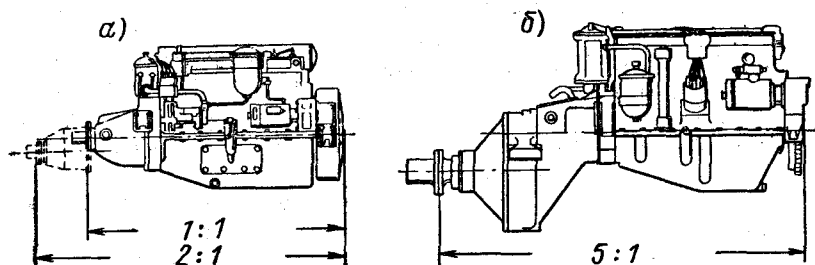


Рис. 168. Обычные катерные двигатели, преобразованные из автомобильных шестцилиндровых двигателей: а — с прямой передачей (или с передаточным числом 2:1); б — с передаточным числом 5:1.

ном, т. е. с внутренними стенками двигателя морская вода не соприкасается. Критическим местом остается промежуточный водяной теплообменник, работающий на забортной воде, который заменяет воздушный радиатор сухопутного транспортного двигателя.

Заводы—изготовители катерных двигателей уделяют большое внимание совершенствованию циркуляционной охлаждающей системы, включая и теплообменник, для чего устанавливают приводной водяной насос, выпускной коллектор с водяным охлаждением и часто масляный холодильник, а также реверсивную передачу с редукцией различной величины. Реверсивная передача обычно поставляется специальным заводом.

Можно ли своими силами приспособить для катера транспортный двигатель, чаще всего бывший в употреблении, но в хорошем состоянии? Если катер будет эксплуатироваться в пресной воде, то при наличии определенных знаний это возможно. Но необходимо учесть ряд обстоятельств.

Автомобильная коробка передач вместе с муфтой сцепления может давать передний ход, но не задний, так как при его включении частота вращения получается настолько низкой, что не оказывает действия на катер.

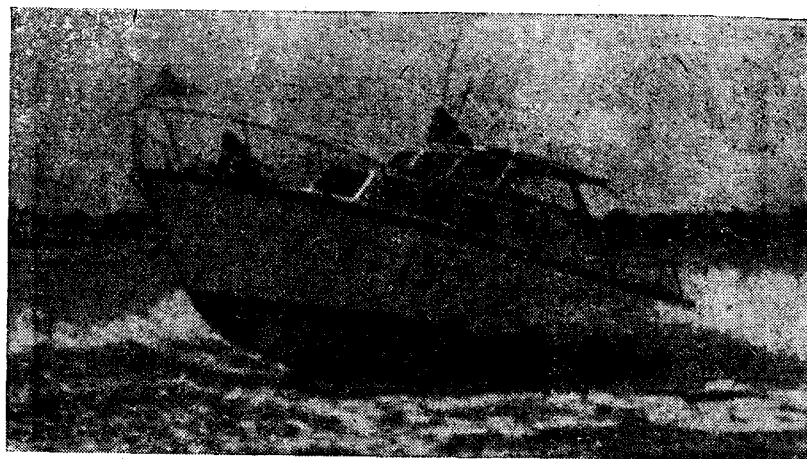


Рис. 169. Спортивный моторный катер длиной 8 м во время гонок. Для лучшего обзора рулевой использует люк, расположенный над постом управления.

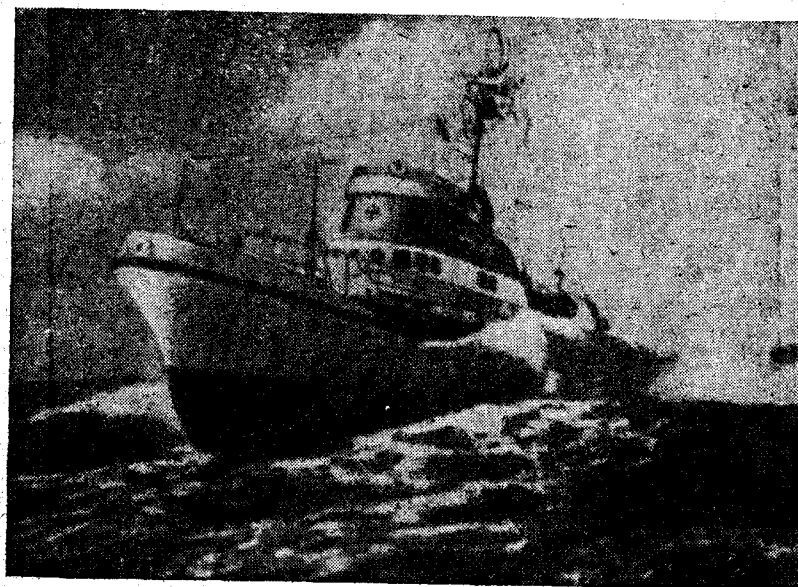


Рис. 170*. 26-метровый аварийно-спасательный катер «Адольф Бермпольд» при движении на волнении. Немецкое общество по спасению судов, потерпевших аварию, на основании многочисленных опытов разработало своеобразный тип аварийно-спасательных катеров, в корме которых установлена вспомогательная шлюпка, спускаемая в районе аварии

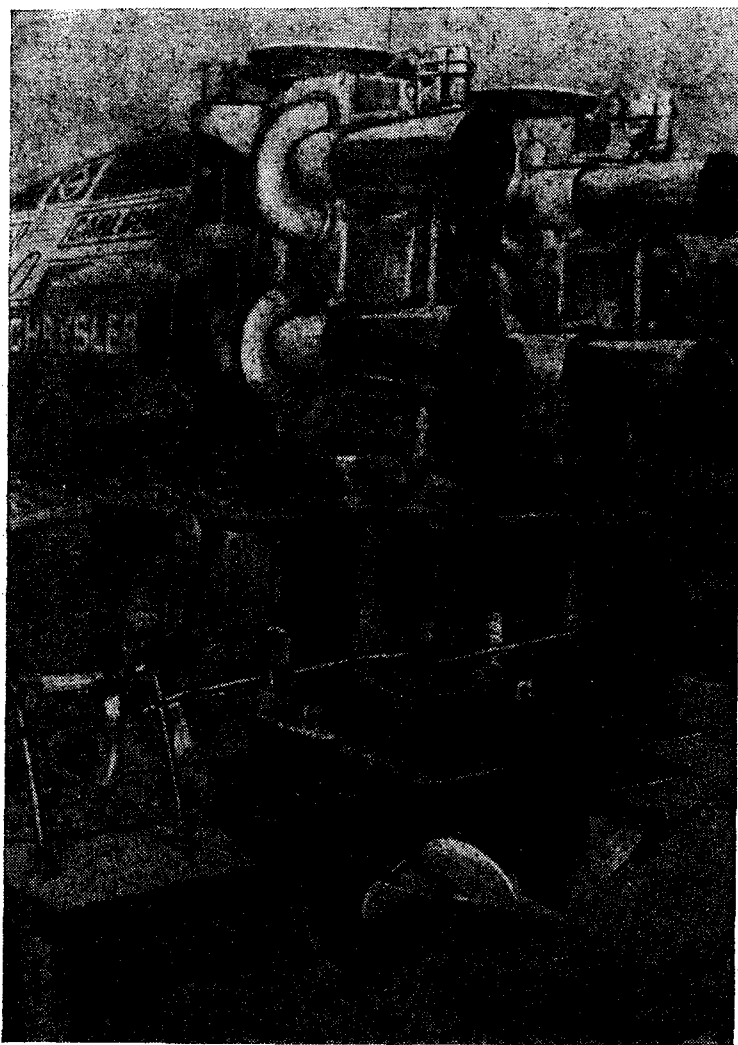


Рис. 171. Моторная установка современного скутера, состоящая из двух четырехцилиндровых подвесных моторов «Крайслер» мощностью по 105 л. с. На гонках катер «Диггер» с такой установкой развил скорость 166 км/ч.

У автомобильной коробки передач отсутствует упорный подшипник, работающий в обоих направлениях, который воспринимает тягу гребного винта на переднем и заднем ходу. Его необходимо устанавливать специально. Из этих соображений, во избежание больших расходов, обычно предпочитают нормальную катерную реверсивную передачу.

Система охлаждения. При эксплуатации двигателя в пресной воде возможно его охлаждение забортной водой, однако вместо



Рис. 172. Три моторных катера «Типа» длиной 6,1 м, построенные из стеклопластика (Англия). На первом катере (слева) установлен мотор «Волво-Пента» мощностью 130 л. с. (или дизель «Перкинс» мощностью 48 л. с. с Z-образной передачей), на втором катере — два стационарных двигателя «Форд» мощностью по 65 л. с., на третьем — два подвесных мотора мощностью по 40 л. с.

циркуляционного автомобильного насоса необходимо установить самовсасывающий насос. Некоторые двигатели чувствительны к коррозии даже от слабо загрязненной пресной воды. Другие, особенно переоборудованные из тракторных двигателей, могут длительное время работать с охлаждением морской водой. В любом случае наилучшее решение — замкнутая циркуляция охлаждающей воды с теплообменником. Правда, своими силами выполнить такую систему нелегко. Для упрощения в качестве теплообменника можно использовать забортные трубки, проложенные вдоль киля или днища.

Выпускной коллектор у автомобильных двигателей охлаждается воздухом. Но использовать его на катерах запрещается, так как он нагревается до красного каления, что может вызвать пожар. Иногда на выпускной коллектор удается приварить специально

изготовленную водяную рубашку, но чаще всего его приходится изготавливать заново.

Автомобильные двигатели устаревших моделей при использовании на катерах часто вызывали разочарование, так как при установке двигателя с наклоном и в результате дифферента во время хода нарушалась смазка. Но в случае горизонтальной установки двигателя требуются кардан и двойной упорный подшипник, создающие много неудобств и неприятностей. Катерный двигатель, изготовленный в заводских условиях, имеет углубленные масляные ванны с увеличенной емкостью, которые отсутствуют в транспортных двигателях. Если позаботиться о том, чтобы масло постоянно поступало к масляному насосу, то хорошая смазка будет возможна даже при сильном наклоне катера⁷².

На рис. 169—172 показаны современные моторные катера и моторная установка для скутера.

52. Моторесурс и срок службы двигателя

Нередко утверждают, что старый тихоходный двигатель долговечнее современного легкого быстроходного двигателя. Но тихоходные чисто катерные двигатели почти не производят, поскольку высокую мощность могут обеспечить только автомобильные и другие транспортные двигатели, к тому же современное моторостроение в результате постоянного совершенствования достигло такого прогресса, что срок службы легких быстроходных двигателей резко возрос.

Срок службы двигателя зависит и от обращения с ним во время эксплуатации. Нередко даже в первые часы эксплуатации двигатель работает на максимальной нагрузке, хотя замер скорости при максимальной мощности двигателя можно производить только после 50 ч работы с постепенным повышением нагрузки от минимальной до средней.

В процессе сгорания углерода внутри цилиндра образуется осадок — вода и различные кислоты (в основном угольная и серная). Значительная часть топлива превращается в подкисленную воду, которая в основном удаляется при выпуске. Из-за частых остановок вода остается внутри двигателя и разъедает металл, в первую очередь стенки цилиндров, поршней, поршневых колец и клапанов. Вызываемая кислотами опасность внутренней коррозии является особенно серьезной в том случае, если перед запуском двигатель предварительно не прогрелся или после непродолжительной работы длительное время стоял без действия.

Этой скрытой опасности преждевременного износа двигателя противодействуют смазочные масла. Первосортное масло для двигателя в настоящее время содержит 80—85% минерального масла и 15—20% химических примесей, которые противодействуют

выделению масляного нагара в камере сгорания и нейтрализуют кислоты. Не рекомендуется применять низкосортное смазочное масло. Менять масло надо регулярно.

Из сказанного выше следует, что существуют две причины износа двигателя: нормальный износ во время эксплуатации и преждевременный износ из-за коррозии (в результате простоя двигателя). Если двигатель после длительного простоя начал использоваться, то коррозия способствует ускоренному износу — окисленный металл действует как абразив.

При хорошем обслуживании срок службы катерного двигателя почти равен сроку службы самого катера. Под словом «почти» следует понимать, что надежно построенный и хорошо обслуживаемый катер в среднем нуждается в двух двигателях за время своего срока службы. Если нормальный срок службы катера принять равным 30—40 годам, то срок службы двигателей составит 15—20 лет. Однако известны случаи, когда катерные двигатели эксплуатировались 40 лет и более⁷³.

Порой двигатели изнашиваются преждевременно из-за небрежной эксплуатации. Исследуем действительный моторесурс двигателя, определив ежегодное количество часов работы в течение всего срока его службы.

Ежегодное рабочее время туристских катеров и спортивных мотосудов колеблется от 100 до 300 ч. Если принять за основу среднее время (200 ч в год), а срок службы 20 лет, то время работы катерного бензинового двигателя или дизеля на спортивном мотосуде будет равно лишь 4000 ч.

Такие же двигатели применяют и на служебных катерах, время работы которых более продолжительное. Например, на быстроходном пассажирском катере легкий дизель ежедневно работает в течение 5 ч, а в год — 1500 ч, при этом дни текущего ремонта катера, а также сезонные простои уже вычтены. При нормальном уходе, обслуживании и большом текущем ремонте, производимым через каждые 3000—4000 ч работы, моторесурс двигателя достигнет 20 000 или даже 30 000 ч. Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Катерный двигатель изнашивается и от эксплуатации, и от бездействия.

2. Тщательный уход и обслуживание, применение хороших смазочных масел, поддержание соответствующей температуры воды для охлаждения и отсутствие избыточных нагрузок значительно увеличивают срок службы двигателя.

3. При ежедневной эксплуатации ресурс двигателя значительно больше, чем при длительных перерывах в работе.

Следует иметь в виду разницу между эксплуатацией рабочих и спортивных катеров. При хорошем уходе и грамотной эксплуатации двигателя большой текущий ремонт на рабочем катере требуется проводить приблизительно через каждые 4000 ч работы двигателя. Поскольку на спортивных катерах двигатель продолжи-

тельное время бездействует, то вряд ли катера смогут работать без ремонта такое же длительное время. Однако при хорошем уходе можно добиться моторесурса двигателя, равного 2000 ч, после чего двигатель капитально ремонтируют: его разбирают и проверяют состояние поршней, поршневых колец, рабочих втулок цилиндров, клапанов, камеры сгорания, подшипников и т. д. Не следует удивляться тому, что при небрежной эксплуатации капитальный ремонт потребуется уже через 150 ч работы двигателя.

Необходимо своевременно производить небольшие и более серьезные текущие ремонты. Тогда можно получить такой же большой моторесурс двигателя, предназначенного для спортивных катеров, как и на служебных катерах, и даже использовать один двигатель за все время эксплуатации катера.

53. Z-образная передача или обычная реверсивная передача?

В обычной катерной реверсивной передаче на переднем ходу механизм не совершает никакой работы, т. е. не изнашивается. Лишь при включении заднего хода подвергаются нагрузке шестерни и их опоры, а также происходит некоторый износ рабочих поверхностей сцепления.

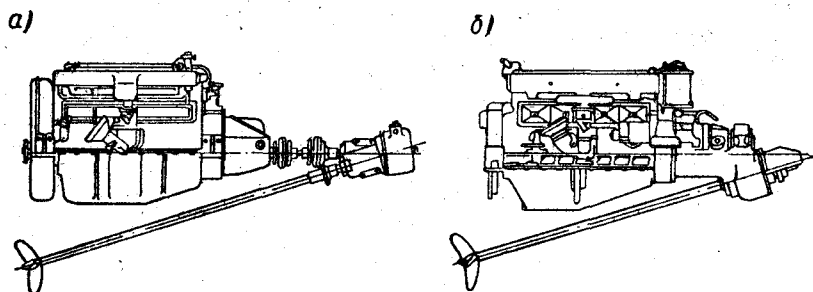


Рис. 173. Два вида углового редуктора для стационарного двигателя: а — с коротким промежуточным карданным валом; б — закрепленный на двигателе.

Часто за реверсивной передачей находится редуктор (рис. 173), шестерни которого постоянно вращаются под нагрузкой. Можно было бы ожидать их быстрого износа, но благодаря высокому качеству материала и безупречной смазке срок службы передачи продолжительный. Нередко при капитальном ремонте двигателей убеждались, что редуктор почти не нуждается в ремонте или замене изношенных деталей.

На срок службы двигателя с Z-образной передачей (рис. 174) оказывают неблагоприятное влияние три независимых друг от друга фактора:

коррозия картера, который для уменьшения веса изготавливают из легких сплавов;

передача мощности через верхнюю и нижнюю пару конических шестерен, т. е. через двойную передачу между пересекающимися осями;

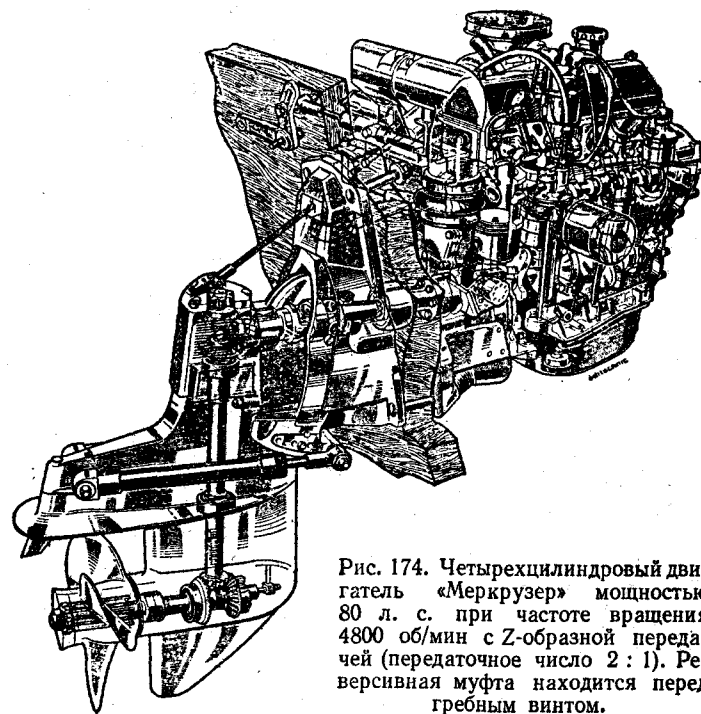


Рис. 174. Четырехцилиндровый двигатель «Меркрузер» мощностью 80 л. с. при частоте вращения 4800 об/мин с Z-образной передачей (передаточное число 2 : 1). Реверсивная муфта находится перед гребным винтом.

нижняя пара конических шестерен, расположенная в набегающем потоке, выполнена с минимально допустимыми размерами. Для получения заднего хода нижняя пара конических шестерен (или расположенная выше пара) дополняется третьей конической шестерней, благодаря чему она превращается в небольшую реверсивную передачу.

При Z-образной передаче упор гребного винта передается катеру через картер (корпус) передачи. Для более хорошей передачи всех сил и моментов крутящие моменты понижены высокой частотой вращения небольшого гребного винта, который достаточен для легкого быстроходного катера, но не для тяжелых тихоходных судов. Поэтому Z-образная передача пригодна в первую

очередь для катеров средних размеров, когда возможно применение и подвесных моторов, и стационарных двигателей.

Срок службы Z-образной передачи ограничивается из-за коррозии и считается равным примерно половине срока службы двигателя. Однако Z-образную передачу можно заменить новой, не меняя имеющегося двигателя⁷⁴.

54. Долговечность подвесных лодочных моторов

Современный подвесной лодочный мотор (рис. 175) заслуживает высшей оценки. Это блестящее сочетание высокой мощности и малого веса в одном небольшом агрегате.

Ни один тип катерного двигателя не имел так много этапов развития за короткое время.

Вначале наматывающийся пусковой тросик был заменен пружинным пусковым устройством. Затем была улучшена система зажигания, чтобы при ручном запуске получать в свечах мощные искры. В настоящее время даже двигатели мощностью 7,5 л. с. имеют электрический стартер, а для двигателей мощностью 20 л. с. он стал обычным. В 1949 г. впервые появился переключаемый задний ход.

Раньше топливный бак устанавливался в верхней части двигателя. Сейчас баки, снабженные устройством для быстрого подсоединения, поставляются отдельно, благодаря чему мотор стал легче, а запас топлива увеличился.

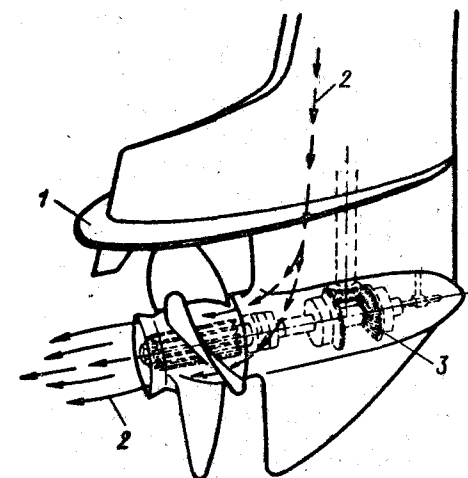


Рис. 175. Подводная часть подвесного мотора «Меркюри». Благодаря выпуску отработавших газов через ступицу гребного винта в воду достигается эффективное глушение шума.

1 — антикавитационная пластина; 2 — выпуск; 3 — реверсивно-редукторная передача.

Хорошо зарекомендовал себя выпуск газов через ступицу гребного винта, введенный фирмой «Меркюри». Его начали применять и на заводах других фирм. Были внедрены амортизирующие подвески и шумоизоляция мотора. Значительно улучшена защита мотора от коррозии в морской воде, хотя до настоящего времени эта проблема не решена.

Мощность подвесных моторов постоянно увеличивается. Десять лет назад мощность в 70 л. с. считалась огромной. В настоящее

время все крупные заводы выпускают моторы мощностью 100—155 л. с., которые в течение длительного времени могут работать с максимальной нагрузкой, особенно на гоночных катерах.

Почти все подвесные моторы работают по двухтактному циклу. Преимущество двухтактного двигателя заключается в сочетании высокой мощности с малым весом.

Раньше из-за добавки смазочного масла в топливо запальные свечи быстро замазались и нуждались в очистке через каждые 20—50 ч работы. Благодаря замене в двигателе подшипников скольжения на роликовые подшипники, а также улучшенному качеству специального смазочного масла, смогли изменить существовавшую ранее пропорцию составных частей смеси от 1 : 12—1 : 16 (1 часть масла на 12—16 частей бензина) до 1 : 50 и даже до 1 : 100. Это позволило в настоящее время производить чистку свечей через 200 ч работы мотора.

Технические характеристики подвесных моторов выпуска 1970 г.

Мощность, л. с.	Частота вращения, об/мин	Рабочий объем цилиндров, л	Вес (без топливного бака), кг
1,5	4200	0,05	9
2	4500	0,12	16
10	4800	0,20	28
15	5000	0,28	35
20	5000	0,35	40
30	5000	0,50	55
40	5000	0,64	65
50	5000	0,78	70
65	5200	1,00	95
80	5200	1,20	105
100	5200	1,50	115
125	5200	1,65	115

Отдельный топливный бак можно использовать при мощности подвесного мотора от 5 л. с.; электрический стартер — от 7,5 л. с.; ручной стартер — до 60 л. с. Дистанционное управление можно приобрести для любого мотора мощностью от 5 л. с.⁷⁵

На срок службы подвесного мотора, как уже говорилось, влияют три основных фактора: эксплуатация в пресной или соленой воде, частота использования и уход за ним владельца. Тем не менее попытаемся определить средний срок службы мотора.

На заводах, испытываемые двигатели часто работают в течение 5000 ч, причем делаются лишь небольшие перерывы для осмотра и ухода. Персонал нашей верфи также смог добиться 5000 ч непре-

рывной работы двигателей без проведения крупного ремонта. Благодаря капитальному ремонту, а также небольшим периодическим ремонтам срок службы хорошо обслуживаемого подвесного мотора можно увеличить до 10 000 ч.

Срок службы мотора, используемого на спортивных катерах, иной. Наибольший успех имеет подвесной мотор в воднолыжном спорте, так как он хорошо переносит смену скорости от малой до высокой. На максимальную мощность отрегулированы система зажигания, теплообмен, частота вращения, пониженная примерно до $\frac{3}{4}$ от наибольшей. Нежелательно длительное использование двухтактного двигателя при неполной нагрузке, а также продолжительное хранение его при случайном кратковременном использовании, поскольку во время бездействия коррозии (внутренняя и наружная) проявляется сильнее.

Непосредственные наблюдения в ремонтных мастерских позволили установить следующие виды повреждений мотора:

разрушение внутренних его стенок в результате износа из-за применения топлива без добавления масла;

прогорание днища поршней при слишком сильном воспламенении и большой нагрузке на двигатель во время гонок;

выход из строя роликовых подшипников и шестерен при нерегулярной смазке подводной части мотора.

Если подвесной мотор упал в воду, то его нужно немедленно разобрать и высушить в течение 24 ч, так как из-за коррозии коленчатый вал и подшипники становятся непригодными для дальнейшей эксплуатации.

Маленькие моторы обычно более долговечны, чем большие: за ними легче ухаживать, их проще отнести в гараж для чистки.

Сравним приведенные ниже данные о сроках службы подвесных моторов.

Если время эксплуатации мотора в среднем принять равным 200 ч в год, то долговечность малого двигателя мощностью до 12 л. с. может достигнуть 10 лет. Правда, необходимо учитывать и ремонтные работы, увеличивающиеся по истечении пяти лет.

Большие двигатели мощностью от 50 до 125 л. с. в среднем эксплуатируются в течение трех лет до первого ремонта. После пятилетней эксплуатации обслуживание и ремонт двигателей становятся невыгодными и в спортивных целях их применяют неохотно. Проданные по сниженным ценам, они часто в течение ряда лет используются для служебных нужд. Регулярное применение двигателей благоприятно отражается на их работе.

Указанные моторесурсы наблюдались при эксплуатации двигателей в речной воде. При эксплуатации в морской воде в большей степени возникает проблема коррозии. Поскольку лишь немногие владельцы подвесных моторов хорошо промывают их пресной водой после каждого использования, часы работы моторов следует сократить. На сколько? Это зависит только от самого владельца.

Сравним три наиболее важных типа машинных установок.

Стационарный двигатель имеет продолжительный срок службы, хороший к. п. д., экономичен в эксплуатации.

Двигателю с Z-образной передачей присущи следующие особенности: ограниченный срок службы Z-образной передачи, хороший к. п. д. только для легких быстроходных катеров, упрощенный монтаж двигателя.

Подвесной мотор имеет небольшой срок службы, наименьший вес и максимальную мощность, пригоден в качестве главного двигателя для легких быстроходных катеров. Маломощные подвесные моторы устанавливают на небольших лодках.

55. Роторный двигатель Ванкеля

Первые установки роторного двигателя Ванкеля на катерах были осуществлены в середине 60-х годов. Сомнения в надежности роторного двигателя исчезли после проведения в 1969 г. во Франции шестых международных гонок катеров. Един-

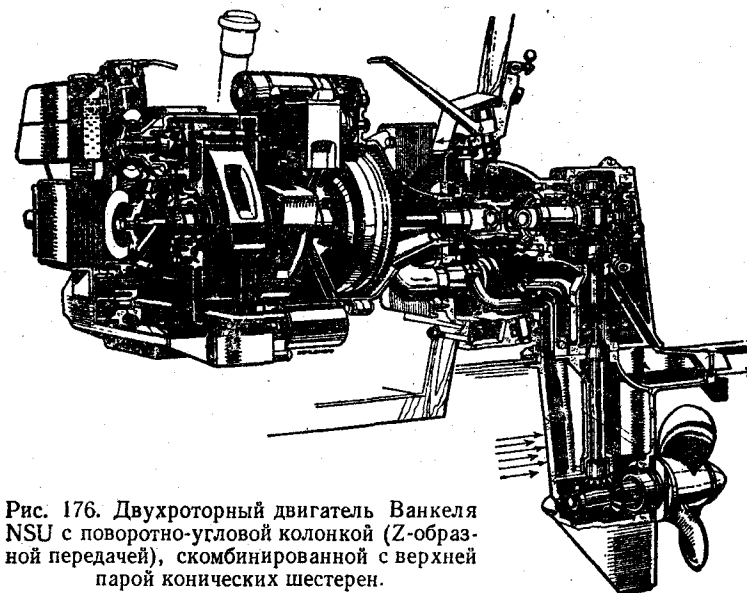


Рис. 176. Двухроторный двигатель Ванкеля NSU с поворотно-угловой колонкой (Z-образной передачей), скомбинированной с верхней парой конических шестерен.

ственный катер, оборудованный роторным двигателем, пришел третьим после двух катеров, оборудованных подвесными моторами.

Малые размеры, небольшой вес двигателя Ванкеля и экономный расход топлива позволяют использовать его в том случае, когда необходима высокая скорость и малый вес при работе на бензине. Если же вес не играет роли или нужен дизель, то вопрос о роторном двигателе отпадает.

На рис. 176 показан двухроторный двигатель Ванкеля мощностью 115 л. с. (при частоте вращения 5500 об/мин) с водяным

охлаждением. Для эксплуатации на катере он оборудован системой замкнутой циркуляции пресной охлаждающей воды.

Двигатель поставляется фирмой «Ротомарин» вместе с Z-образной передачей фирмы ZF и образует с ней своеобразную катерную установку весом 220 кг. Фирма «Ротомарин» собирается оборудовать двигатель реверсивной передачей, как обычный стационарный катерный двигатель, и подготавливает, в виде опыта, один катер с водометом.

Для двигателя Ванкеля ожидается перспективное будущее, обусловленное следующими его преимуществами: малым весом, отсутствием вибрации, очень небольшим шумом от двигателя, длительными периодами между ремонтами, малой потребностью в запасных частях.

Неудобный на автомобиле уменьшенный крутящий момент на малом ходу не влияет на эксплуатацию катера, так как для гребного винта при низкой частоте вращения требуется весьма ограниченная мощность. Единственным недостатком двигателя Ванкеля является повышенный расход масла.

56. Газовая турбина для катерных энергетических установок

С тех пор как на скоростных пассажирских самолетах поршневые двигатели были заменены турбореактивными, не осталось сомнений в надежности и долговечности газовых турбин. В экспериментальном виде их часто устанавливали на судах всех типов, а на быстроходных катерах военно-морского флота уже постоянно используют в качестве обычных энергетических установок, так как они соответствуют требованиям этого класса катеров. Сочетание максимальной мощности с наименьшим весом дает возможность применять газотурбинные установки и на гоночных катерах.

На обычных моторных катерах установка газовой турбины невыгодна из-за высокой стоимости, увеличенного расхода топлива, отсутствия заднего хода и очень большого поперечного сечения выходного трубопровода.

Одна из таких экспериментальных установок на катере длиной 12,2 м и шириной 4,2 м изображена на рис. 177. Здесь использована газовая турбина с продолжительной мощностью 1500 л. с. и максимальной мощностью 1750 л. с., позволяющая развить скорость около 75 км/ч.

Хорошо показано решение технических проблем. Выпуск из турбины производится прямо в воздух, что возможно лишь в экспериментальной установке. Для получения заднего хода разработан трехлопастный винт (ВРШ) диаметром 0,86 м с гидравлическим управлением поворотом лопастей. С целью снижения частоты вращения турбины до оптимальной частоты вращения гребного винта установлен редуктор.

Мощность турбины слишком высока для малого хода и маневрирования катера, поэтому дополнительно устанавливают один или два небольших «двигателя малого хода». В данном случае предусмотрены два катерных дизеля с Z-образными передачами, которые при ходе под турбиной откидываются вверх.

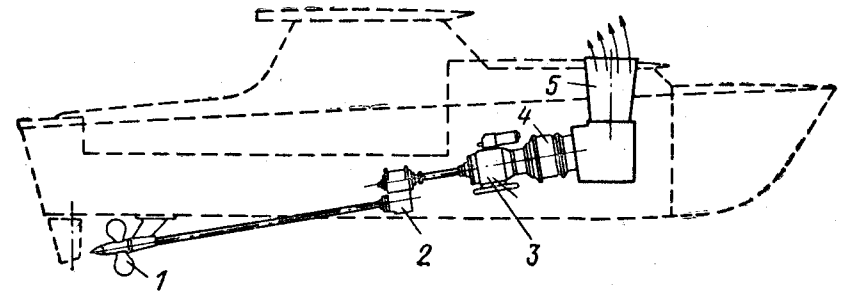


Рис. 177. Газотурбинная энергетическая установка на экспериментальном катере.

1 — винт регулируемого шага; 2 — редуктор; 3 — компрессор; 4 — турбина; 5 — выпуск.

Наиболее удобное расположение газотурбинной установки большой мощности на частном катере, при котором достигнуто более выгодное распределение весовых нагрузок и лучшее расположение помещений, изображено на рис. 178.

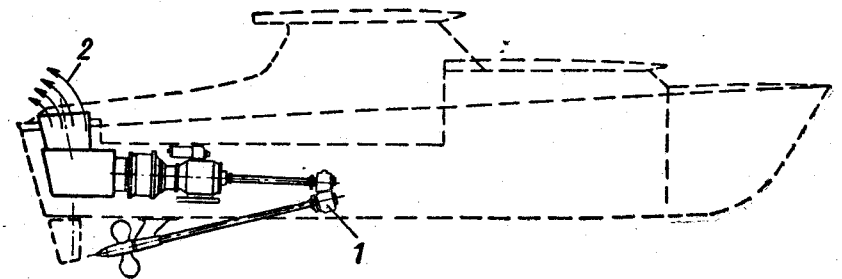


Рис. 178. Использование угловой передачи позволяет установить газовую турбину на катере более целесообразно.

1 — угловой редуктор; 2 — выпуск.

Для размещения газовой турбины далеко в корме используется угловая передача. При таком расположении выпуск простым и кратчайшим путем отводится непосредственно в воздух.

Удержится ли в будущем комбинация газовая турбина — ВРШ — двигатель малого хода и найдет ли она применение на частных катерах? Это пока нельзя предвидеть. В настоящее время появляется другая комбинация энергетической установки — газовая турбина, соединенная с водоструйной насосной установкой (водометом). И здесь частота вращения гребного вала должна быть

снижена, но упрощается проблема реверсирования: изменяя направление водяной струи в выпускном отверстии можно управлять катером и осуществлять задний ход.

Фирма «Кэтчиллар» сообщила о подготовке к продаже газовой турбины максимальной мощностью 360 л. с. и продолжительной мощностью 300 л. с. Высокую частоту вращения турбины с помощью редуктора можно снизить до 2400 об/мин. Вес турбины 205 кг, а вместе с редуктором и реверсивной передачей, необходимыми для эксплуатации у судовых условиях, — 825 кг.

Неоднократно использовавшаяся на быстроходных катерах турбина «Протеус» развивает максимальную мощность 4250 л. с. при частоте вращения 11 600 об/мин. Ее продолжительная мощность 3400 л. с. Турбина работает на дизельном топливе с умеренным его расходом, равным 275 г/(л·с·ч), в то время как расход топлива небольшими турбинами составляет 400 г/(л. с·ч). Турбина надежна в эксплуатации; период работы между капитальными ремонтами составляет 2000 ч.

На океанских гонках уже встречались спортивные катера с газотурбинной энергетической установкой, например катера «Велвинд» длиной 8,50 м и «Сандэбэрд» длиной 9,75 м, построенные из легкого сплава. Первый был оборудован газовой турбиной мощностью 500 л. с. с частотой вращения 42 000 об/мин, которая при помощи редуктора была понижена до 3500 об/мин. Турбина работала на ВРШ с гидравлическим поворотом лопастей. Поэтому муфта сцепления отсутствовала. Хотя гребной винт и работал при запуске, катер не начинал движения при соответствующем положении лопастей.

«Сандэбэрд» имел две турбины «Прэт И. Уитни» мощностью по 445 л. с. На океанских гонках Майами—Нассау в феврале 1966 г. он развил среднюю скорость 59 км/ч.

В водно-моторном спорте нечасто применяют газовые турбины небольшой мощности, несмотря на значительную экономию в весе, что во многих случаях имеет решающее значение. В настоящее время расход топлива газовой турбиной почти вдвое больше, чем дизелем той же мощности, а продажная цена практически одинакова, поэтому говорить о преимуществах небольшой газовой турбины пока еще рано⁷⁶.

57. Направление вращения двигателя и гребного винта

Крутящий момент. Известно, что крутящий момент двигателя в конце концов передается от гребного винта на воду, реакция которой отражается на самом катере и вызывает обычно незаметный крен. Если винт правого вращения (глядя

с кормы в нос), то весь катер кренится влево (на левый борт). У узких катеров с большим диаметром гребного винта может появиться заметный крен. Нередко он усиливается из-за несимметричного расположения сиденья рулевого или другого веса. Кренящий момент (в кгс·м) легко рассчитать по формуле для крутящего момента

$$M = 716,2 \frac{\text{Мощность}}{\text{Частота вращения}}$$

Если двигатель имеет мощность 100 л. с., а гребной вал вращается со скоростью 1000 об/мин, то на корпус катера действует кренящий момент, равный 71,6 кгс·м. Это соответствует весу в 71,6 кг, находящемуся на расстоянии 1 м от диаметральной плоскости судна, а для данного случая (с винтом правого вращения) — с левого борта.

Если при проектировании катера обнаруживаются значительные крутящие моменты на валопроводе, то при распределении весовых нагрузок заботятся о создании противоположного крена для выравнивания катера.

Вращение гребных винтов. Часто спрашивают, должны ли гребные винты двухмоторной установки вращаться наружу, т. е. должен ли винт правого борта (если смотреть с кормы) вращаться вправо, а левого борта — влево. Объяснить это поможет следующий случай.

Управление водной полицией по своим чертежам построило инспекторский катер длиной 15 м с двумя двигателями. Согласно правилу постройки больших судов двигатели установили таким образом, что гребные винты вращались внутрь, т. е. правый винт был левого вращения, а левый — правого. Это правило для крупного судостроения обосновано тем, что между обоими гребными винтами находится кормовая часть киля, проходящая глубоко вниз; гребные винты, вращающиеся внутрь, лучше используют попутный поток.

Когда на ходовых испытаниях скорость катера оказалась гораздо ниже рассчитанной, нашелся советчик, который заявил, что направление вращения гребных винтов неправильное. Оба двигателя были демонтированы и снова установлены на противоположных бортах, что из-за переделки выпускной системы вызвало значительные расходы. Гребные винты поменяли местами. В результате повторных ходовых испытаний получили ту же скорость.

Не стоит прислушиваться к мифу о правильном или неправильном направлении вращения винта. Для обычных катеров с плоским или умеренно выгнутым днищем вообще не существует никакой разницы. Рекомендуется предусматривать вращение гребного винта наружу. Однако из-за формы выпускной трубы, например, топливного насоса возможно и другое расположение двигателей.

Многие считают, что у двухмоторных установок оба гребных винта должны вращаться в противоположные стороны. Однако

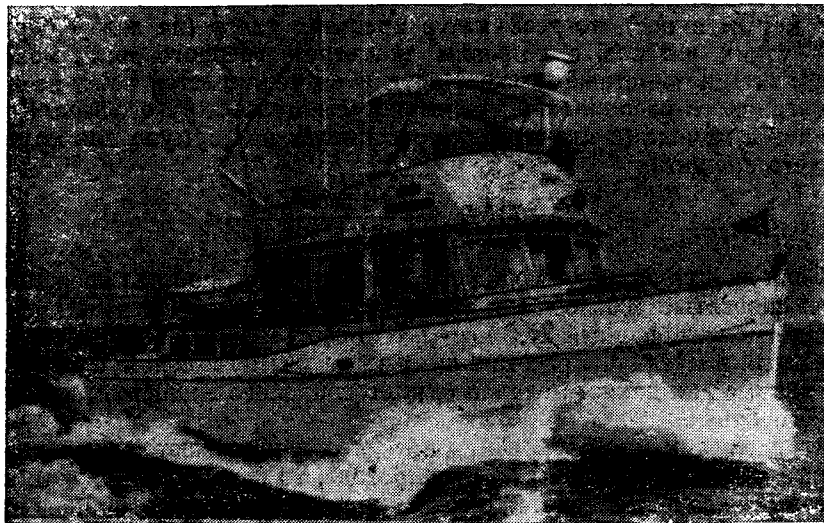


Рис. 179. Катер «Грэнд-Бэнкс» (длина 12,75 м, ширина 4,2 м, дальность плавания ~2200 км). Катера типа «Грэнд-Бэнкс» благодаря высокой мореходности получили широкое распространение. Строятся серийно.

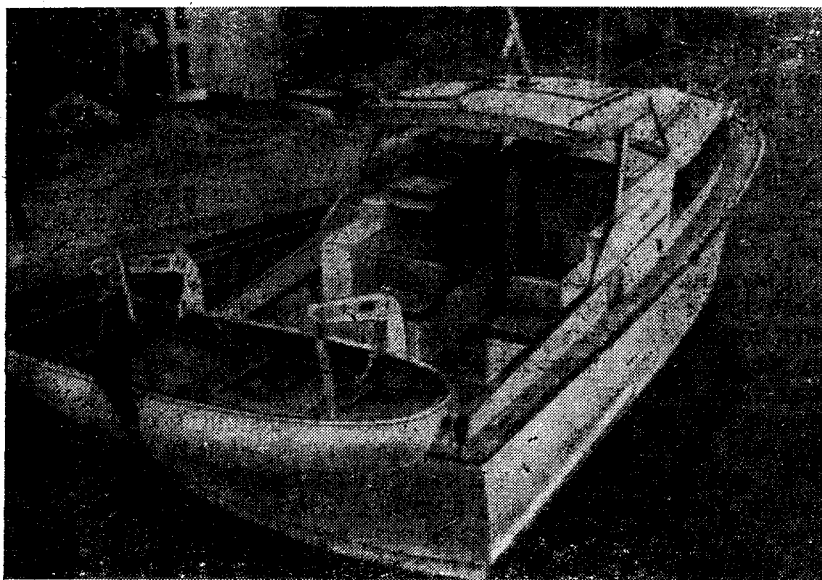


Рис. 180. Быстроходный туристский катер «Рэлиа 3500» (длина 10,7 м, ширина 3,75 м) с двумя дизелями «Перкинс» мощностью по 115 л. с. Катер имеет скорость 42 км/ч. Строятся серийно в Англии.

это не так. Даже если оба двигателя и оба гребных винта имеют одинаковое направление вращения, ходовые качества катера не ухудшаются. Если по каким-либо соображениям желательно оди-



Рис. 181*. Катер с роторным двигателем Ванкеля мощностью 135 л. с. В 1969 г. во Франции занял третье место в 24-часовых гонках.

наковое направление вращения винтов, тогда понадобится лишь один запасной винт. При этом могут быть взаимозаменяемыми и некоторые части двигателя (топливный насос или распределитель зажигания, осветительный генератор, насос охлаждающей воды,



Рис. 182. Небольшой катер с водометным движителем (длина 2,3 м, ширина 1,22 м). Приводится в движение при помощи двигателя и насосного агрегата весом 16 кг.

кулачковый распределительный вал и выпускной коллектор), что невозможно при противоположном вращении винтов.

Нередко говорят, что управляемость катера с двумя гребными винтами, вращающимися в одну сторону, была бы плохой. В таком случае у катера с одним винтом она должна быть еще хуже. Поскольку одновинтовое судно может иметь отличные маневрен-

ные качества, то у двухвинтового судна гребными винтами одинакового направления вращения они еще лучше, так как все несимметричные явления, возникающие у одновинтового двигателя, почти исчезают у двух винтов, вращающихся в одном направлении.

Многие моторные катера были оборудованы двигателями и гребными винтами с одинаковым направлением вращения. Однако даже

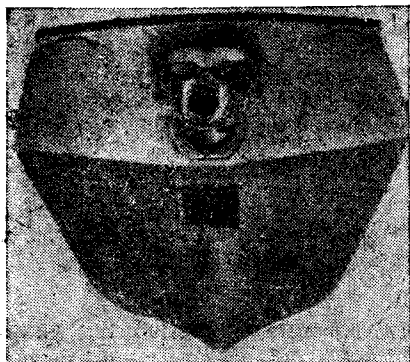


Рис. 183. Корма спортивного катера с водометным двигателем Гамильтона. Видны водозаборник на днище и выпускное сопло, слева и справа от которого находятся створки управления, а сверху «раковина» для заднего хода.

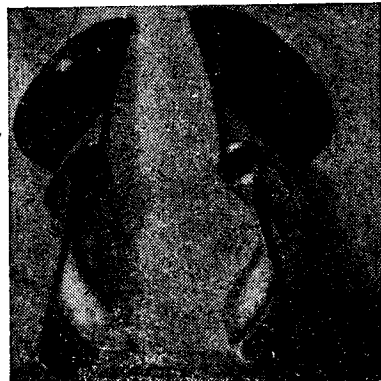


Рис. 184. Двухлопастные стальные гребные винты «Рекорд-Пропеллерс» (слева) и «Лугано» (справа) для гоночных катеров (Швейцария).

опытные судовладельцы могли установить направление вращения винтов лишь при включении заднего хода (по кривой выбега).

Одностороннее вращение винтов на двухвальном судне отвергать так же необоснованно, как отказываться от одновинтового судна вообще.

На рис. 179—183 показаны катера с различными двигателями, на рис. 184 — двухлопастные гребные винты.

58. Редукторы

До середины 30-х годов катерные двигатели в основном имели умеренную частоту вращения. Едва она достигла 3000 об/мин, использовали неполную мощность — до $\frac{2}{3}$ номинальной мощности при пониженной частоте вращения. Это позволило применять на таких «тихоходных» катерах более эффективный гребной винт с увеличенным диаметром.

Когда на катерах стали устанавливать первые редукторы, их нередко снимали из-за поющего шума, издаваемого при работе.

В настоящее время редукторы бесшумные. Они являются самыми надежными и молчаливыми работниками на катере: дают выигрыш в скорости, не нуждаются в обслуживании, экономят топливо.

Зная скорость судна и мощность двигателя, можно рассчитать оптимальную частоту вращения винта. Катер, имеющий скорость 22 км/ч и оборудованный двигателем мощностью 100 л. с., лучше всего эксплуатируется при частоте вращения гребного винта 1000 об/мин. Торговое судно вместимостью 5000 т, которое тоже должно выдерживать скорость 22 км/ч, может использовать только $\frac{1}{10}$ частоты вращения, т. е. 100 об/мин.

Мощность двигателя, частота вращения гребного винта и скорость судна тесно связаны между собой, но, к сожалению, не в прямом отношении.

Прежде всего необходимо показать на примерах, на какие передаточные числа следует рассчитывать редукторы.

Во время второй мировой войны производилось большое количество малых буксиров, называемых «Си Мьюл», на которых в качестве энергетической установки использовали быстроходный автомобильный бензиновый двигатель мощностью 140 л. с. Нормальная частота вращения этого двигателя (3200 об/мин) не позволяла развить требуемую буксировочную мощность. Тогда разработали специальный редуктор с передаточным числом 9 : 1, благодаря которому частота вращения была снижена до 350 об/мин, что позволило установить гребной винт большого размера. Таким образом, катер получил отличные буксировочные качества.

Частоту вращения необходимо устанавливать исходя из к. п. д. гребного винта (об этом будет сказано ниже). Но так как не всегда можно получить частоту вращения, обеспечивающую хороший к. п. д., следует учесть:

достаточно ли места под днищем катера для установки гребного винта с очень большим диаметром;

осуществляется ли серийный выпуск соответствующего редуктора для выбранного двигателя;

прочна ли конструкция валопровода, так как увеличенный момент вращения действует сильнее на крен катера.

Необходимо проверить вес, время работы, долговечность установки и расходы, связанные с ее приобретением.

В какой степени редуктор может улучшить эксплуатацию катера? В качестве примера рассмотрим таблицу, предназначенную для любого катера, который при мощности двигателя 200 л. с. и частоте вращения 3000 об/мин имеет скорость 20 км/ч.

При передаточном числе 8 : 1 выигрыш в мощности составляет 53%, а к. п. д. гребного винта равен 69%. Получаемая частота вращения (375 об/мин) не является оптимальной, так как при дальнейшем ее понижении можно увеличить к. п. д. гребного винта до 73—75%.

Существует немного катеров с мощностью двигателя 100 л. с., у которых достаточно места для установки гребного винта диамет-

Влияние передаточных чисел на к. п. д. гребного винта

Передаточное число	Характеристики гребного винта			Выигрыш в мощности, %
	диаметр винта, м	скольжение, %	к. п. д., %	
1 : 1	0,34	48	45	—
2 : 1	0,50	38	54	20
3 : 1	0,63	34	59	30
5 : 1	0,83	27	64	42
8 : 1	1,08	24	69	53

тром более 1 м. Поэтому часто приходится ограничиваться меньшим к. п. д.

Неверно выбирать низкую частоту вращения или слишком высокое передаточное число. В этом случае теряется ожидаемый выигрыш в мощности и снижается к. п. д.

Рассмотрим влияние передаточного числа на скорость катера. Для примера возьмем моторный катер длиной 10 м и шириной 3 м, оборудованный двумя двигателями мощностью по 185 л. с. при частоте вращения 4000 об/мин. Катер без редуктора, развивающий благодаря соответствующей форме корпуса и умеренному весу скорость 38 км/ч, при передаточном числе 3 : 1 достигает скорости 47 км/ч. В этом случае не увеличиваются расходы на топливо и не повышается нагрузка на двигатель.

Влияние передаточных чисел на скорость катера

Передаточное число	К. п. д. гребного винта, %	Диаметр гребного винта, м	Скорость катера, км/ч
1 : 1	57	0,33	38
1,5 : 1	64	0,41	42
2 : 1	69	0,46	45
3 : 1	72	0,53	47

Многие владельцы не могут произвести расчета гребного винта и просто отказываются от применения редуктора, а если и используют его, то с очень низким передаточным числом (1,5 : 1). Однако для получения лучшего к. п. д. гребного винта (в данном случае с передаточным числом 3 : 1) можно пойти на несколько повышенные расходы, связанные с установкой большого гребного винта и валопровода с увеличенным диаметром. Это позволит на протяжении всего срока службы катера иметь высокую скорость и экономить топливо.

Приведенный выше пример взят из практики. Владелец катера не принял наиболее выгодное передаточное число (3 : 1), так как считал, что гребной винт диаметром 0,53 м не может быть использован из-за увеличения осадки (рис. 185). Все же окончательно выбранное передаточное число 2 : 1 по сравнению с прямой передачей дало выигрыш в скорости 7 км/ч.

На четырех диаграммах (рис. 186—189) показана зависимость диаметра гребного винта, его частоты вращения (при использовании редуктора с различными передаточными числами) и к. п. д. гребного винта.

Диаграмма на рис. 186 относится к *тяжелому рыболовному боту*.

Однако кривые А—Д действительны для любого катера, который при мощности двигателя 100 л. с. и частоте вращения 3000 об/мин развивает скорость 25 км/ч. При небольших скоростях выигрыш будет тем больше, чем ниже частота вращения и больше диаметр гребного винта. Установка двигателя с частотой вращения 3000 об/мин и прямой передачей привела бы к непростительной расточительности в расходе топлива и мощности двигателя. Кроме того, пострадали бы маневренные качества катера, так как небольшой гребной винт не может обеспечить малый выбег катера, увеличенную скорость и управляемость на заднем ходу.

Передаточное число 3 : 1 для тяжелого катера при данных условиях, очевидно, является минимальным. При выборе слишком высокого передаточного числа гребной винт соответствующей величины может не поместиться под днищем катера.

Диаграмма на рис. 187 относится к обычным *моторным туристским катерам* и охватывает диапазон скоростей от 10 до 50 км/ч. При скорости ниже 25 км/ч эти данные совпадают с данными диаграммы на рис. 186. Повышенные передаточные числа не приведены, так как им

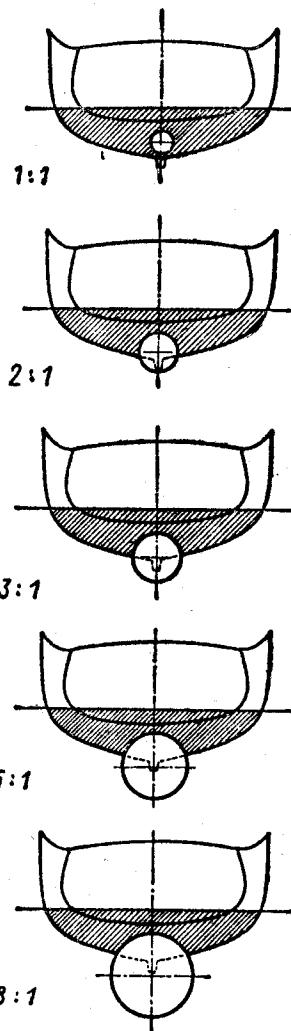


Рис. 185. Соответствие диаметров гребного винта передаточным числам (от 1 : 1 до 8 : 1). При максимальном передаточном числе и наибольшем диаметре гребного винта осадка судна значительно увеличивается.

соответствуют гребные винты больших диаметров, которые не устанавливают на быстроходных катерах. В среднем диапазоне (при скорости 30 км/ч) уже при передаточном числе 3 : 1 к. п. д. становится почти оптимальным и равным 70%. Если продолжить кривую А вправо, то к. п. д. гребного винта при скорости 50 км/ч уменьшается, а при передаточном числе 2 : 1 (кривая В) увеличивается.

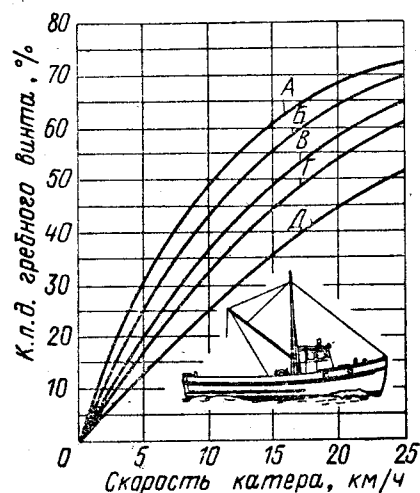


Рис. 186. Диаграмма зависимости к. п. д. гребного винта рыболовного бота от частоты вращения двигателя и диаметра винта.

Кривые А—Д соответствуют передаточным числам и диаметрам гребного винта: А — 8 : 1 — 1,14 м; В — 5 : 1 — 0,87 м; В — 3 : 1 — 0,65 м; Г — 2 : 1 — 0,52 м; Д — 1 : 1 — 0,35 м.

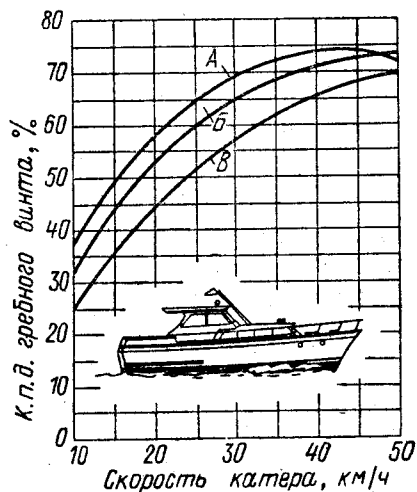


Рис. 187. Диаграмма зависимости к. п. д. гребного винта туристского катера от частоты вращения двигателя и диаметра винта.

Кривые А—В соответствуют передаточным числам и диаметрам гребного винта: А — 3 : 1 — 0,62 м; В — 2 : 1 — 0,50 м; В — 1 : 1 — 0,34 м.

На диаграмме для быстроходных спортивных катеров (рис. 188) приведена прямая передача (кривая В) и редукция с передаточным числом 2 : 1 (кривая А). Частота вращения двигателя, равная 3000 об/мин при скорости 56 км/ч (прямая передача), так же благоприятна, как и при передаточном числе 2 : 1. Использование редуктора при большей скорости уже нецелесообразно. Диаграмма действительна для любого типа катера, который при мощности двигателя 100 л. с. может развить скорость от 25 до 75 км/ч.

На диаграмме рис. 189 показана зависимость к. п. д. гребного винта гоночного катера в случае прямой передачи (кривая А) и при использовании редуктора (кривая В). Диапазон скоростей — от 50 до 100 км/ч. В этом случае к. п. д. гребного винта составляет 70%. При повышенных скоростях, чтобы сохранить хороший к. п. д., требуется даже увеличить частоту вращения гребного

винта. Если скорость превышает 75 км/ч, то рекомендуется применять ускорительную передачу (мультипликатор).

Для использования ускорительных передач на гоночных катерах есть еще и другая причина. Чем выше частота вращения гребного вала, тем меньше становится передаваемый крутящий момент при одинаковой мощности энергетической установки. Следовательно, можно выбрать небольшой диаметр гребного вала, образующий меньшее сопротивление в воде и дающий экономию в весе.

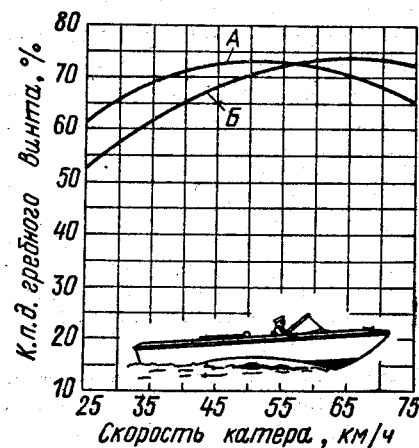


Рис. 188. Диаграмма зависимости к. п. д. гребного винта быстроходного спортивного катера от частоты вращения двигателя и диаметра винта.

Кривые А—В соответствуют передаточным числам и диаметрам гребного винта: А — 2 : 1 — 0,45 м; В — 1 : 1 — 0,31 м.

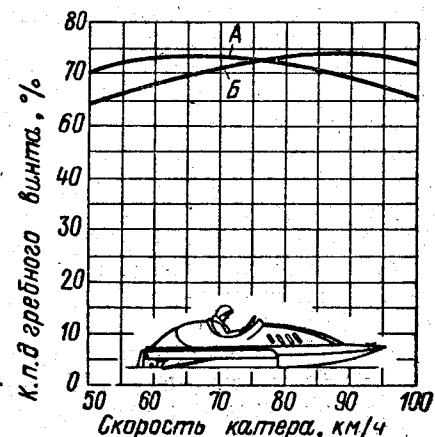


Рис. 189. Диаграмма зависимости к. п. д. гребного винта гоночного катера от частоты вращения двигателя и диаметра винта.

Кривые А—В соответствуют передаточным числам и диаметрам гребного винта: А — 1 : 1 — 0,28 м; В — 1 : 2 — 0,20 м.

Большие гоночные катера неограниченного класса с устаревшими форсированными авиационными двигателями не смогли бы при невысокой частоте вращения гребного винта, несколько превышающей 3000 об/мин, достигнуть рекордных скоростей — более 250 км/ч. Поэтому для таких двигателей применяют ускорительные передачи с передаточным числом 1 : 3, в результате при 10 000 об/мин достигается лучший к. п. д. гребного винта. Одновременно можно значительно уменьшить диаметр винта.

Любая передача, естественно, использует часть мощности двигателя (1—2%). Но поскольку увеличенный гребной винт дает не только расчетный выигрыш к. п. д., но и небольшой выигрыш, вызываемый масштабным эффектом (уменьшение влияния трения на лопасти гребного винта), то потерями от передачи можно пренебречь.

59. Водометный движитель

Масса воды, отброшенная движителем в корму, создает в виде реакции упорное давление, движущее судно вперед. Создает ли масса воды большое или малое ускорение, безразлично. В обоих случаях расходуется одинаковая мощность и возникает одинаковый упор винта. К сожалению, это отражает лишь физический принцип. В действительности имеется совершенно определенное, наиболее благоприятное соотношение между массой воды и ускорением.

Водометный движитель действует так же, как гребной винт: вода засасывается спереди, лопасти насоса, подобно лопастям винта, придают ей ускорение, после чего вода выталкивается в корму. От гребного винта он отличается лишь внешним видом — винт, точнее, колесо насоса установлено в трубе внутри катера. Кроме того, водяная струя не уходит незаметно под воду, а выбрасывается из сопла, установленного над водой. Действие выбрасываемой за корму струи воды вызывает равную по величине и направленную в нос реакцию, благодаря которой катер получает движение вперед.

Нередко считают, что водометный движитель позволяет развить гораздо большую скорость, чем гребной винт.

Чтобы определить достоинства и недостатки водометного движителя, необходимо рассмотреть два фактора: его расположение на катере и к. п. д.

Есть что-то заманчивое в идее установить высокоэффективный насос внутри судна. Идея создания водометного движителя появилась значительно раньше, чем был изобретен гребной винт. Еще в 1784 г. Джеймс Рамсей продемонстрировал на реке Потомак в США первый пароход с водометным движителем. В 1867 г. английский военно-морской флот проводил опыты с центробежными насосами в качестве движителя для канонерской лодки «Уотервич» длиной 50 м. Паровая машина мощностью 760 л. с. при частоте вращения 40 об/мин приводила в действие центробежный насос. Ротор насоса имел диаметр около 4,25 м. Канонерская лодка с водометным движителем развивала скорость 17,2 км/ч.

Последнее звено в длинной цепи исследований замкнулось в Новой Зеландии, где Гамильтон попытался создать маленький катер для плавания по каменистому мелкому горному ручью. С обычным гребным винтом это было невозможно, так как части, выступающие под днищем, получали повреждения из-за ударов о камни.

Вначале Гамильтон установил внутри катера обычный центробежный насос, в результате чего водяная струя выходила в корме под катером. Выходное отверстие было выполнено поворотным, т. е. управляемым, поскольку под днищем катера нельзя было установить даже маленького пера руля. В 1953 г. Гамильтон решил подводное выпускное отверстие вывести на транец над

водой, обеспечив выброс водяной струи в воздух. Это как будто незначительное изменение оказалось весьма эффективным. Если экспериментальный катер раньше развивал скорость 18 км/ч, то при выбросе струи в воздух была достигнута скорость 27 км/ч.

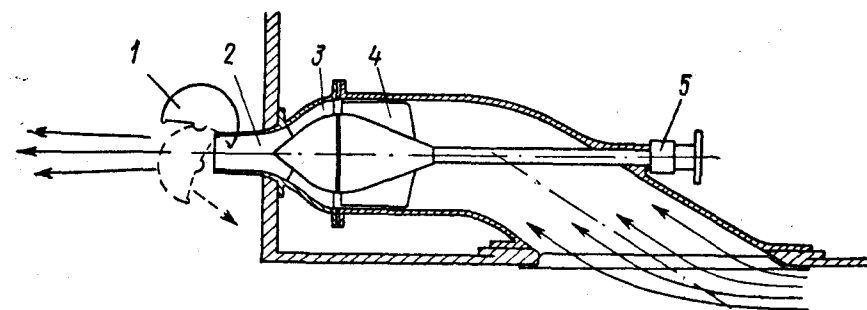


Рис. 190. Одноступенчатый осевой насос.

1 — сопло реверса; 2 — сопло; 3 — спрямляющий аппарат; 4 — рабочее колесо; 5 — привод.

В результате удалось получить не только днище без выступов, но и высокий к. п. д.⁷⁷.

В 1956 г. центробежный насос был заменен двухступенчатым, а затем трехступенчатым насосом. В настоящее время применяют

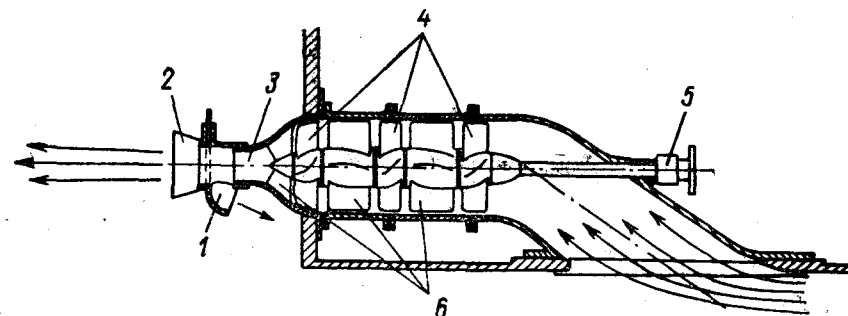


Рис. 191. Трехступенчатый осевой насос водомета (США).

1 — сопло реверса; 2 — заслонки управления; 3 — сопло; 4 — три рабочих колеса; 5 — привод; 6 — направляющие аппараты.

не только одноступенчатые или многоступенчатые осевые насосы (рис. 190, 191), но и одноступенчатые диагональные насосы (рис. 192). Управление и задний ход часто осуществляются поворотом струи в выпускном сопле (рис. 193, 194).

Преимущества водометного движителя:

1. Отсутствуют выступающие части под днищем катера (рис. 195). В результате исключена опасность ранения пловцов и водных лыжников,

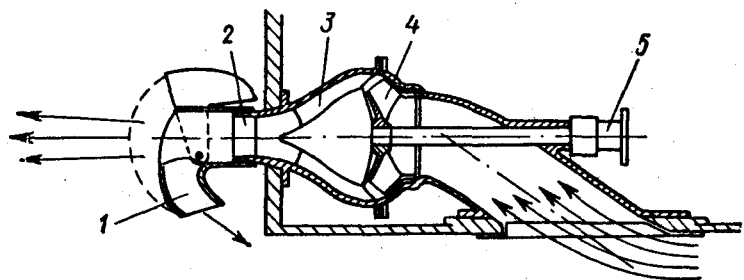


Рис. 192. Диагональный насос (США). Устанавливается на патрульных катерах.

1 — сопло реверса; 2 — сопло; 3 — спрямляющий аппарат; 4 — рабочее колесо; 5 — привод.

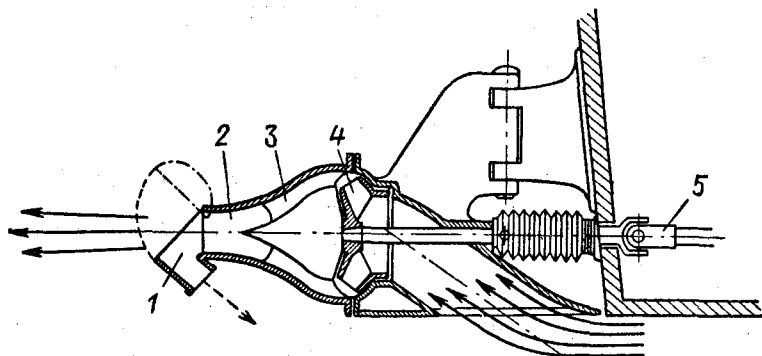


Рис. 193. Поворотный водомет с диагональным насосом, установленный за транцем катера.

1 — сопло реверса; 2 — сопло; 3 — спрямляющий аппарат; 4 — рабочее колесо; 5 — привод.

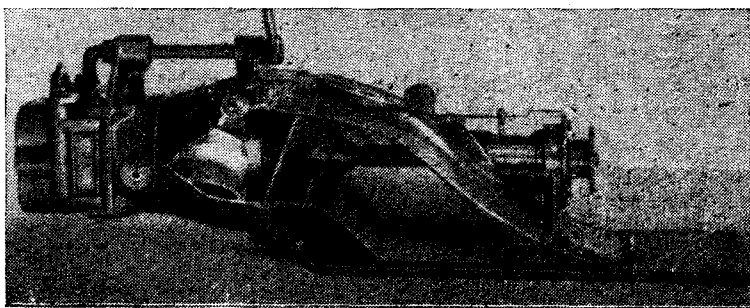


Рис. 194. Водомет с одноступенчатым осевым насосом.

2. Не возникает кренящий момент, вызываемый вращением обычного судового гребного винта.

3. Небольшая осадка дает возможность использовать катера с водометными движителями в мелких водоемах. Правда, при небольшой скорости катера водоросли могут засосаться внутрь, но они достаточно просто удаляются.

4. Катер легко спускается с трейлера и поднимается на него.

5. Для катеров, участвующих в специальном виде гонок «с ускорением», с успехом используется высокое начальное ускорение⁷⁸.

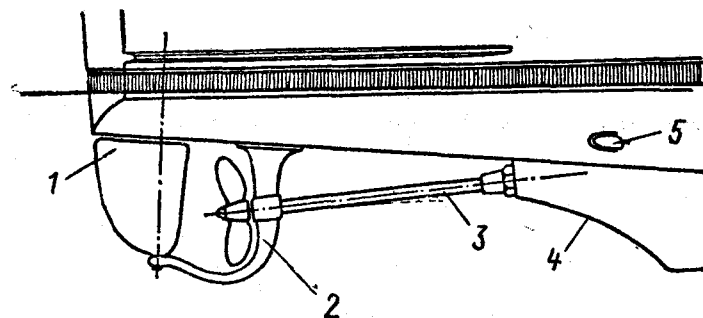


Рис. 195. Выступающие части под днищем катера, отсутствующие при водометном движителе.

1 — руль; 2 — кронштейн гребного вала; 3 — гребной вал; 4 — дейдвуд; 5 — козырек кингстона.

6. При установке на небольших быстроходных пожарных катерах движитель можно применять в качестве пожарного насоса.

Например, в Новой Зеландии, где реки в основном мелководные, с каменистым дном, используется около 3000 малых спортивных катеров (длиной 4—8 м) с водометными движителями.

К недостаткам водометов относятся значительные потери мощности от трения воды, так как она проходит длинный путь по узким впускным и выпускным каналам, внутренние поверхности которых бывают не совсем гладкими. Лопатки насоса также иногда шлифуются недостаточно хорошо. Кроме того, трение возникает в неподвижных направляющих аппаратах. Значительное сопротивление вызывается и решеткой всасывания, что приводит к завихрению потока и может преждевременно вызвать кавитацию.

В насос даже на самых высоких скоростях должна поступать вода, а не смесь воды с воздухом. Если днище слишком плоское или имеет обратную килеватость, наподобие морских саней, то воздух засасывается очень легко. При наличии пузырей воздуха в воде упор резко уменьшается.

Остановимся на проблеме коррозии. Многие водометы находятся под угрозой коррозии, так как для изготовления корпусов,

лопатов, приводных валов, впускных решеток применяют различные металлы. Но поскольку водометные движители предпочитают устанавливать на малых быстроходных катерах, то их можно хорошо защитить от коррозии. Для этого необходимо после каждого плавания поднимать катер на берег или на прицеп.

Малые легкие спортивные катера с двигателем большой мощности развивают при помощи водометных движителей высокие скорости. Это вызвало несколько преждевременное увлечение ими вплоть до утверждения, что будущее принадлежит водометам. Тем временем выявились как достоинства, так и недостатки этой системы. Теперь можно быть уверенным, что катер с обычным имеющимся в продаже водометным движителем достигнет хорошего общего эффекта.

В любом случае двигатель без реверсивной передачи с водоструйным насосом обойдется дороже, чем обычный катерный двигатель с реверсивной передачей, валопроводом и гребным винтом. Эта чисто коммерческая точка зрения, от которой зависит возможный сбыт движителей, привела к тому, что в основном изготавливают лишь небольшие высокооборотные водоструйные насосы, так как их можно подсоединять к современным катерным двигателям без промежуточного редуктора. Поэтому водометы используют преимущественно на легких быстроходных катерах, где большая мощность сочетается с малым весом катера. Фирма «Гамильтон» выпускает инструкцию, в которой указано, что водометный движитель может быть установлен на катере только в том случае, если выдержаны определенные соотношения между весом катера, включая вес экипажа, и мощностью двигателя. Так, максимальный вес малого быстроходного катера длиной 4—6 м должен быть от 12 до 16 кг на каждую лошадиную силу мощности двигателя, а катера длиной 6—9 м — не более 9 кг. Очень высокие скорости и хороший к. п. д. достигаются в том случае, если вес катера составляет не более 5—7 кг на каждую лошадиную силу мощности двигателя.

Многие водоструйные насосы подходят к обычным высокооборотным автомобильным двигателям, частота вращения которых составляет 3500—4500 об/мин, но непригодны для довольно больших туристских катеров⁷⁹.

Конечно, водометные насосы можно выпускать и для более тяжелых и тихоходных катеров. В этом случае, чтобы получить хороший к. п. д. в диапазоне малых и средних скоростей, требуется пониженная частота вращения двигателя и большой диаметр насоса.

Характерно, что ни один из серийных водометных движителей не предлагается вместе с катерным дизелем, так как дизели имеют слишком большой вес и недостаточно высокую частоту вращения для экономически приемлемого объединения с небольшими насосами. Несмотря на это, нередко высокооборотные водоструйные насосы все же устанавливают на больших тихоходных катерах.

В результате наступает полное разочарование. Чаще всего насосы демонтируют и заменяют обычной машинной установкой с гребным винтом.

При выборе гребного винта диаметр и шаг винта тщательно подбирают к мощности двигателя и скорости катера. Никто не выражает неудовольствия, если с гребным винтом проводят испытания, превышающие необходимые для получения заданных технических параметров. Но задумывались ли над тем, что это относится и к водометному агрегату? Вероятно, заводы имеют в запасе несколько рабочих колес различного шага. Однако меняют колесо очень редко, а еще реже вносят изменения в диаметр насоса или направляющие каналы, так как это привело бы к изменению всей установки.

У приводимого в движение при помощи водомета легкого быстроходного катера, аналогично катеру с гребным винтом, имеются два состояния равновесия: первое — между мощностью двигателя на валу и мощностью, используемой насосом, второе — между реакцией водяной струи и сопротивлением катера. Третье состояние, свойственное лишь водомету, — равновесие между потребным количеством воды и диаметром выпускного сопла.

Итак, имеется шесть переменных величин. Если удастся их хорошо согласовать между собой, то катер с водометным движителем достигнет той же скорости, что и катер с обычным гребным винтом. Конструкции, вызывающие дополнительное сопротивление обеих систем, можно считать равноценными: у водометного движителя — решетку водозаборника и поверхность водоводов, а у гребного винта — выступающие части (вал, кронштейн гребного вала и руль).

Если катер с водометным движителем показывает большую скорость, чем такой же катер с гребным винтом, то это значит, что при оборудовании катера гребным винтом были допущены ошибки (возможно, плохо подобран гребной винт или выступающие части недостаточно отшлифованы). Часто попадают кронштейны гребного вала неудачной конструкции, слишком толстые гребные валы и большое необработанное перо руля. В лучшем случае скорость катера с водометным движителем будет такой же, как и катера с гребным винтом.

До сих пор ни разу не упоминалось о своеобразном поведении водометного движителя на малом и среднем ходу. Увеличение и снижение скорости катера с обычным гребным винтом происходит почти пропорционально частоте вращения двигателя. Совсем по-другому ведет себя водометный движитель. Высокая скорость выброса струи достигается благодаря создаваемому в насосе давлению, а также правильно подобранному диаметру выпускного сопла. Чтобы струя создавала наибольшую реакцию, вся установка, состоящая из двигателя, насоса и выпускного сопла, должна быть рассчитана на максимальные мощность и частоту вращения

двигателя. Как только частота вращения снижается и катер теряет скорость, начинает уменьшаться давление в системе, так как диаметр сопла отрегулирован на максимальную частоту вращения. При этом скорость снижается в значительно большей степени, чем частота вращения двигателя.

Обратимся к диаграмме зависимости скорости катера от частоты вращения двигателя (рис. 196). Кривые *A*, *B* и *B* составлены по замерам на трех различных катерах с водометными движите-

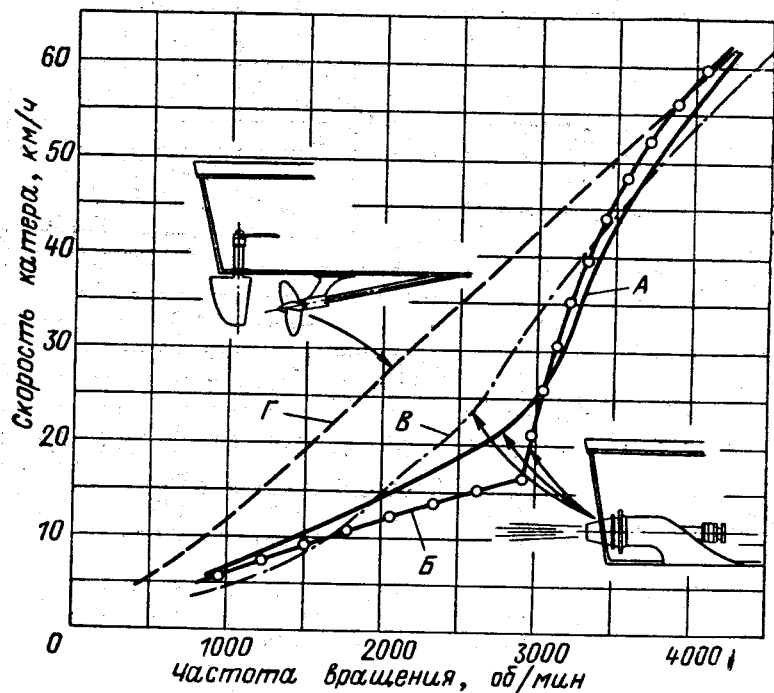


Рис. 196. Диаграмма зависимости скорости катера с водометным двигателем и гребным винтом от частоты вращения двигателя.

лями, кривая *Г* — на обычном катере с гребным винтом. Она показывает прямую зависимость между частотой вращения винта и скоростью катера. По кривым *A*, *B* и *B* видно, как быстро падает скорость с понижением частоты вращения. Если при 2000 об/мин насос еще перемещает половинный объем воды, то выпускное сопло уже не наполняется и водяная струя вместо того, чтобы с силой выбрасываться из сопла, бессильно выплескивается в воду. Это видно на левом нижнем плече кривых *A*, *B* и *B*. Если катер с гребным винтом развивает значительную крейсерскую скорость, то катер с водометным двигателем движется очень медленно.

Например, при 4000 об/мин катера как с гребным винтом, так и с водометом имеют скорость примерно 60 км/ч, при 2000 об/мин скорость катера с гребным винтом равна 27 км/ч, а катера с водометным двигателем — лишь 14 км/ч.

Следует отметить, что кривые *A* и *B* соответствуют точным замерам, а кривая *B* вызывает сомнения. Небольшая скорость катера с водометным двигателем при пониженной частоте вращения

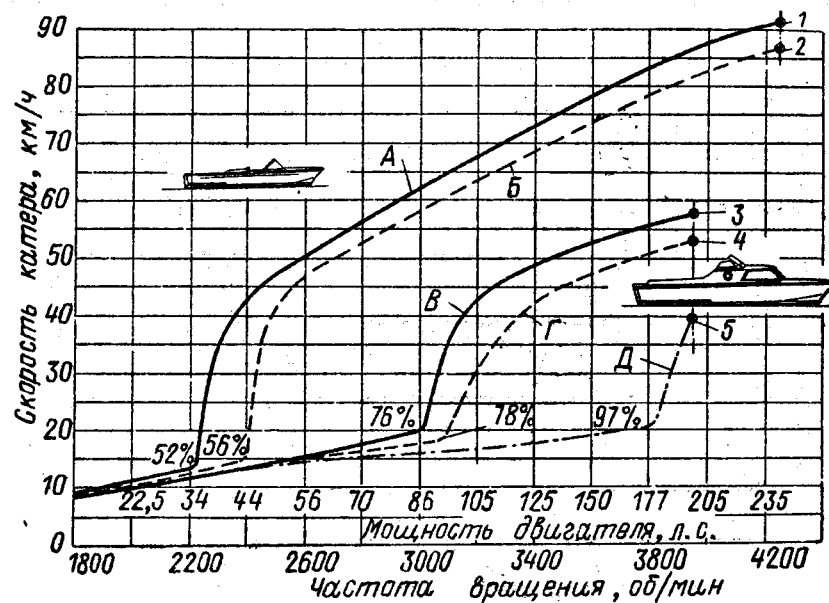


Рис. 197. Диаграмма зависимости скорости открытого спортивного катера и прогулочного моторного катера от частоты вращения двигателя, мощности двигателя и загрузки катера.

двигателя получается в результате несоответствия между подаваемым количеством воды и сечением выпускного сопла. Чтобы развить скорость, которую имеет винтовой катер при 2000 об/мин, катеру с водометным двигателем необходимо увеличить частоту вращения винта до 3000 об/мин и более.

На заводском испытательном стенде характеристики водоструйного насоса, лопаток и сопла согласовывают таким образом, что при максимальной частоте вращения винта возникает наибольшая реакция струи. Если подобную установку, состоящую из бензинового катерного двигателя мощностью 240 л. с. при частоте вращения 4200 об/мин, к которому присоединен водоструйный насос диаметром 0,30 м, смонтировать на катерах различной величины и водоизмещения, то можно прийти к совершенно непредвиденным результатам.

На рис. 197 показана диаграмма зависимости скорости различных катеров от мощности двигателя, частоты вращения двигателя и нагрузки катера. Энергетическая установка была смонтирована на открытом спортивном катере длиной 5,2 м и на легком прогулочном катере длиной 8 м.

Открытый спортивный катер испытали при двух нагрузках — с одним рулевым на борту и общим весом 910 кгс (кривая А) и затем с пятью пассажирами на борту при общем весе 1230 кгс (кривая В). Достигнутые максимальные скорости оказались равными 91 и 86 км/ч (точки 1, 2). При этом частота вращения двигателя составляла немногим больше 4200 об/мин. С уменьшением скорости примерно до 50 км/ч поведение катера не изменилось, однако при снижении частоты вращения двигателя примерно от 2500 до 2200 об/мин скорость катера резко падала — до 12 км/ч. Получить скорость 20 или 30 км/ч оказалось совершенно невозможно. Как только устанавливалось равновесие в работе насоса и сопла, катер начинал развивать скорость более 40 км/ч. При ничтожном уменьшении частоты вращения двигателя равновесие нарушалось, и катер снова двигался со скоростью 12 км/ч.

Цифры 52% и 56% в нижних точках изгиба кривых показывают, до какого процента максимальной частоты вращения катер движется медленно, прежде чем наступает внезапное повышение скорости.

Несмотря на достаточно высокую мощность двигателя, прогулочный моторный катер длиной 8 м оказался, по-видимому, слишком тяжел для того, чтобы приводиться в движение от 12-дюймового насоса. Были проверены три нагрузки: сначала с одним рулевым — общий вес 1590 кгс (кривая В), затем с несколькими пассажирами — общий вес 2000 кгс (кривая Г) и наконец с большой нагрузкой — общий вес 2950 кгс (кривая Д). При частоте вращения 3950 об/мин двигатель еще мог развивать мощность 200 л. с., и катер в зависимости от общего веса достигал максимальной скорости 58, 53 и 39 км/ч (точки 3, 4, 5).

Особенно показателен малый ход, выраженный в процентах от максимальной частоты вращения, до момента, когда катер будет иметь нормальную скорость. При наименьшей нагрузке малый ход продолжается до 76% максимальной частоты вращения двигателя, у более нагруженного катера — до 78%, а у катера с самой большой нагрузкой — до 97%. Если продолжать увеличивать нагрузку, то катер, несмотря на высокую мощность двигателя, не сможет иметь нормальной скорости.

Следует подчеркнуть, что водомет на прогулочном катере был установлен исключительно в экспериментальных целях. Водоструйный насос с большей производительностью и пониженной частотой вращения (с увеличенным диаметром колеса) на большом катере был бы значительно выгоднее.

Подбор водометного движителя аналогичен подбору обычного

гребного винта. Тяжелый катер с небольшим высокооборотным гребным винтом показывает очень низкий к. п. д., который улучшается по мере уменьшения частоты вращения двигателя и увеличения диаметра гребного винта. То же можно сказать и о насосной установке водомета.

В будущем возможно появление специальных водометных движителей для больших морских катеров на подводных крыльях, достигающих скорости более 150 км/ч. Применяемая в настоящее время механическая передача мощности на гребной винт при помощи угловых колонок не отвечает требуемым большим мощностям. Кроме того, гребной винт сильно страдает от кавитации. Возможно, будет создана установка, состоящая из газовой турбины и водяного насоса, которая при особых условиях достигнет нормального к. п. д. гребного винта или даже превысит его⁸⁰.

Основные выводы:

1. На малых легких катерах с водометом можно получить такую же скорость, как и на катерах с гребным винтом (при одинаковой частоте вращения и мощности).

2. Малооборотный большой гребной винт нельзя заменить высокооборотным малым водоструйным насосом.

3. Различные водометные установки неодинаково эффективно изменяют направление струи для получения заднего хода.

4. Управляемость и маневренность катера, оборудованного водометом, очень хороши на большой скорости.

5. Недостатком водометного движителя является непропорциональное по отношению к частоте вращения увеличение и уменьшение скорости.

6. У катеров с малокилеватыми обводами или резкими изгибами формы корпуса воздух может попасть в водозаборник водомета, что немедленно приведет к уменьшению тяги.

7. Проблемы кавитации у водометных движителей возникают чаще, чем у обычного гребного винта, отчасти из-за решетки во всасывающем отверстии, которая образует завихрения во входящем потоке.

8. Коррозия водометных движителей, особенно в морской воде, представляет большую опасность, чем коррозия обычного бронзового гребного винта.

9. В мелких водоемах в движители засасывается песок, ил и даже мелкие камни, которые порой наносят повреждения лопаткам насоса.

10. Полностью смонтированная энергетическая установка с водометом дороже, чем обычная установка с реверсивной передачей, гребным валом, гребным винтом и рулем.

В заключение следует сказать, что некоторые английские фирмы изготавливают водометы для очень малых мощностей (от 2 л. с. и выше). Такие установки работают аналогично обычному судовому гребному винту и пригодны для тихоходных водоизмещающих катеров.

60. Воздушные винты для катеров

При постройке быстроходных катеров форму судна и тип машинной установки часто выбирали интуитивно, без достаточно веских обоснований. Так, для быстрого пассажирского сообщения пытались использовать машинную установку с воздушным винтом, надеясь, что если самолеты развивают очень большую скорость, то и катера с воздушными винтами будут быстроходными; при этом не учитывали сопротивление катера в воде и к. п. д. воздушного винта.



Рис. 198. Катер с воздушным винтом (аэробот). Пригоден для передвижения по обширным болотистым районам.

Однако имеются области, исключительно пригодные для использования катеров с воздушными винтами, например, болотистые районы Южной Америки, Африки. В обширных районах Флориды катер с воздушным винтом (рис. 198) используют смотрители заповедников и охотники для передвижения по водным поверхностям, заросшим тростником и травой.

С воздушным винтом можно достичь такого же к. п. д., как и с гребным винтом, а на большой скорости — даже превзойти его. При этом необходима не только высокая скорость, но и умеренная частота вращения винта в сочетании с его большим диаметром.

На рис. 199 изображен катер с воздушным винтом, корпус которого, похожий на плоскодонный паром, очень простой конструкции. Многие такие катера имеют длину от 4,5 до 5,5 м и ширину около 1,8 м. На них устанавливают небольшие авиационные двигатели мощностью 65—85 л. с.

Если спортивный катер (подобный изображенному на рис. 199) с двигателем мощностью 100 л. с. при частоте вращения 3000 об/мин привести в движение воздушным винтом диаметром 2,1 м, то можно достичь к. п. д., равного лишь 42%. К. п. д. судового гребного винта диаметром всего 0,33 м для такого же двигателя составит 58%.

Таким образом, воздушный винт целесообразно применять в первую очередь там, где нет чистой водной поверхности. Катер с воздушным винтом при сильном встречном ветре не может двигаться вперед, хотя винт развивает высокую частоту вращения. Это равносильно попытке человека подняться по рабо-

тающему на спуск эскалатору. Катер с воздушным винтом не может в полной мере использовать попутный ветер, так как с увеличением скорости сильно возрастает сопротивление катера дви-

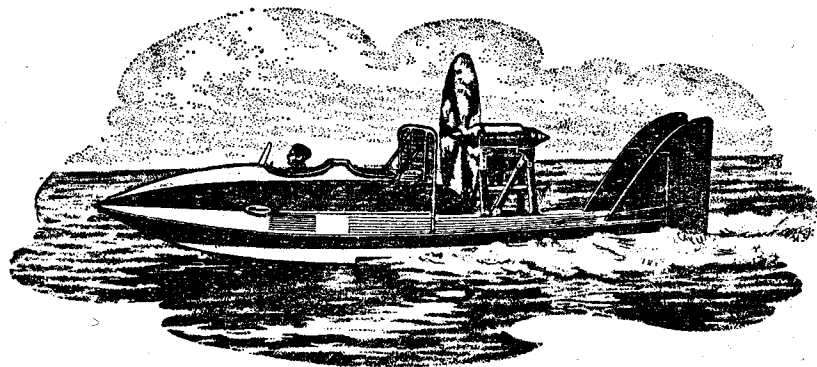


Рис. 199. Катер с воздушным винтом (Англия).

жению. Наконец, при отходе от дебаркадера сильный ветер от воздушного винта обрушивается на оставшихся там людей, и они могут упасть в воду⁸¹.

61. Оптимальный гребной винт

Профиль крыла самолета работает под определенным углом атаки, вследствие чего путем отклонения воздуха создается желаемая подъемная сила. Лопасть судового гребного винта представляет собой гидродинамический профиль, который работает под определенным углом наклона к водному потоку, отбрасывая (ускоряя) его и образуя таким образом упор. Лопасть имеет входящую и выходящую кромки, а также рабочую (нагнетающую) поверхность, аналогичную нижней поверхности крыла самолета.

Основной характеристикой гребного винта является шаг. Если гребной винт совершит полный оборот, то можно измерить расстояние, на которое он продвинется, при условии, что вода является твердым телом. Это геометрическое перемещение, равное длине витка винтовой поверхности, часть которой образует лопасть, называют *геометрическим шагом* или просто *шагом* винта (рис. 200).

В воде под нагрузкой возникает *проскальзывание*, или *скольжение*, гребного винта. Оно представляет собой разность между шагом винта и расстоянием, действительно пройденным за один оборот. Скольжение почти никогда не бывает менее 15% шага винта, в большинстве случаев оно равно 30% и довольно часто составляет даже 40—50% шага винта.

Если шаг гребного винта равен, например, 50 см, а частота вращения равна 1000 об/мин, то при расчете его продвижение будет равно $500 \text{ м/мин} = 30\,000 \text{ м/ч} = 30 \text{ км/ч}$. При действительной скорости катера 21 км/ч скольжение составит 30%. Эта величина еще не позволяет судить о работе гребного винта. Наивыгоднейшее скольжение можно определить контрольным расчетом или путем испытания винтов с различным шагом на мерной миле.

Оптимальный гребной винт выявляют лишь при помощи серии последовательных испытаний, поскольку такие характеристики, как водоизмещение, вероятная скорость судна и действительная

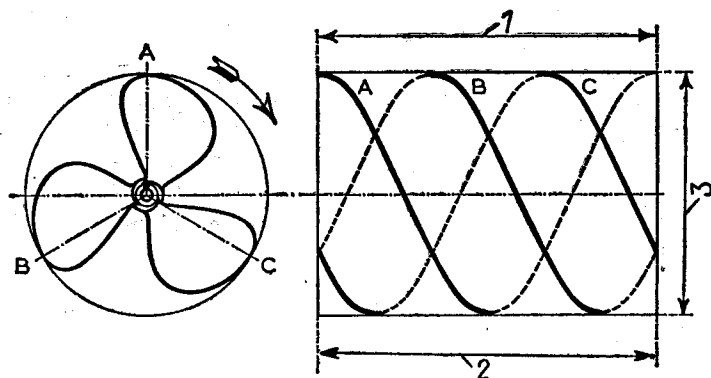


Рис. 200. Под шагом гребного винта понимают расстояние, которое он прошел бы при одном полном обороте, если бы вода была твердой.

1 — один оборот; 2 — номинальный шаг; 3 — диаметр.

мощность двигателя, переданная на гребной винт, при расчете получаются приближенными⁸². Поэтому во многих случаях после первого ходового испытания приходится вносить небольшие изменения в характеристики гребного винта. Если бы были точно известны сопротивление судна и мощность двигателя, а также условия обтекания в рабочем поле гребного винта, то можно было бы найти оптимальные характеристики винта уже при первом расчете.

Гребной винт состоит из центральной ступицы и нескольких лопастей, имеет легко измеряемый диаметр. Для малых нагрузок и высоких скоростей обычно выбирают двухлопастный гребной винт, для нормальных нагрузок — трехлопастный, а для больших нагрузок и малых скоростей — четырехлопастный. На катерах чаще всего устанавливают трехлопастный винт (рис. 201). Число лопастей незначительно влияет на к. п. д. гребного винта.

При выборе количества лопастей стремятся добиться уменьшения вызываемой гребным винтом вибрации в корме судна и избежать кавитации. На парусных яхтах двухлопастный гребной винт, расположенный за дейдвудом, почти закрыт им и в наимень-

шей степени мешает во время хода под парусами. Во время хода под мотором обе лопасти одновременно входят в кильватерную струю за кормой судна. В результате возникает внезапная помеха

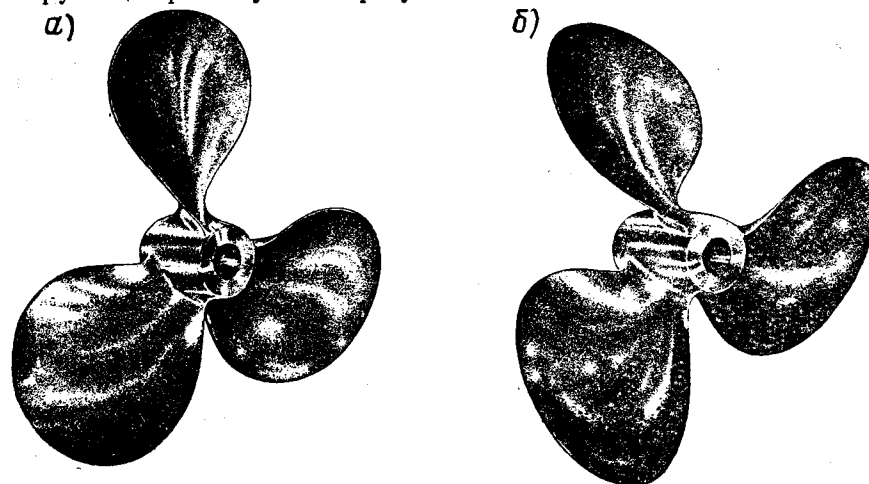


Рис. 201. Трехлопастный гребной винт с различным очертанием лопастей: а — овальным; б — асимметричным, для смягчения удара в кильватерной струе за кронштейном гребного вала или ахтерштевнем.

потоку, набегающему на гребной винт, которая вызывает сильную вибрацию судна. При использовании трехлопастного винта лопасти попеременно проходят через верхнюю и нижнюю части кильватерной струи. Вместо двух толчков при одном обороте возникает шесть толчков, что втрое увеличивает частоту вибрации, возбуждаемой двухлопастным винтом, и уменьшает ее амплитуду. Перед винтом расположен гребной вал, поддерживаемый обычно двухлучим кронштейном. Выступающие части также вызывают неравномерность скоростей потока перед винтом. На больших моторных туристских катерах в настоящее время применяют четырех- или даже пятилопастные гребные винты (рис. 202). Замена трехлопастного винта пятилопастным приводит к резкому уменьшению вибрации в кормовой части судна. Однако при этом не достигается одинаковая и тем более повышенная скорость судна.

Сказанное нуждается в доказательстве, так как характеристики многих находящихся в употреблении гребных винтов не

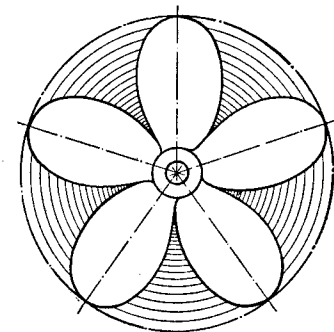


Рис. 202. Пятилопастные гребные винты для уменьшения вибрации в кормовой части, используемые на моторных катерах.

являются оптимальными и могут быть улучшены. Само собой разумеется, что при установке пятилопастного винта можно получить лучший результат, чем при установке плохо подобранного трех- или четырехлопастного винта.

Форма очертаний лопасти не влияет на к. п. д. Овальное очертание лопасти является таким же благоприятным, как и асимметричное в его различных вариантах. При асимметричном очертании лопасти входную кромку скрывают так, чтобы удар лопасти по кильватерной струе происходил как можно мягче.

На рис. 203 изображены четыре гребных винта одной серии, лопасти которых имеют одинаковые, направленные на смягчение ударов, асимметричные очертания. Различна лишь площадь лопасти. Для каждого винта показан проектированный контур лопасти. Кроме того, на верхней лопасти изображен ее развернутый контур, который, естественно, шире проектированного (на нем показаны сечения лопасти).

Поверхность лопастей гребного винта без ступицы, отнесенная к площади круга, ометаемого винтом, также является важной характеристикой и называется *дисковым отношением* винта θ . В данном

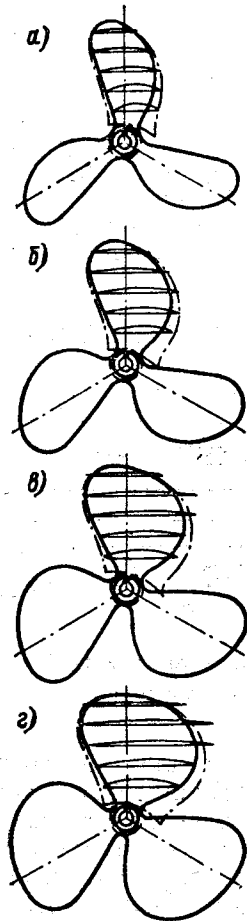


Рис. 203. Асимметричное очертание лопасти с различными отношениями площадей F_p/F (отношение спроектированной поверхности лопасти к площади круга, ометаемого винтом): а — $F_p/F = 30\%$; б — $F_p/F = 40\%$; в — $F_p/F = 50\%$; з — $F_p/F = 60\%$.

случае выбрана проектированная поверхность лопастей, но можно также использовать развернутую поверхность. У гребного винта с самыми узкими лопастями (вверху) отношение площади проектированной поверхности лопастей к площади круга равно 30%. Это отношение повышается у винта с самыми широкими лопастями до 60%. Данная величина не является пределом, так как (особенно при опасности кавитации) используют еще более широкие лопасти. Если лопасти перекрывают одна другую, отношения площадей могут превышать 100%. Узкие лопасти испытывают меньшее трение, однако каждое отдельное сечение лопасти

относительно несколько толще. Широкая лопасть имеет наиболее тонкое сечение и большое сопротивление трению воды. Обычно дисковое отношение площадей равно примерно 50%⁸³.

62. Гребной винт за катером

Если гребной винт вращать при помощи механического двигателя, то винт засасывает воду перед собой, придает ей ускорение и отбрасывает за корму. Струя от винта, которая образовалась бы независимо от судна, изображена на рис. 204. Засасываемая спереди масса воды получает максимальное ускорение непосредственно у гребного винта. Благодаря этому обра-

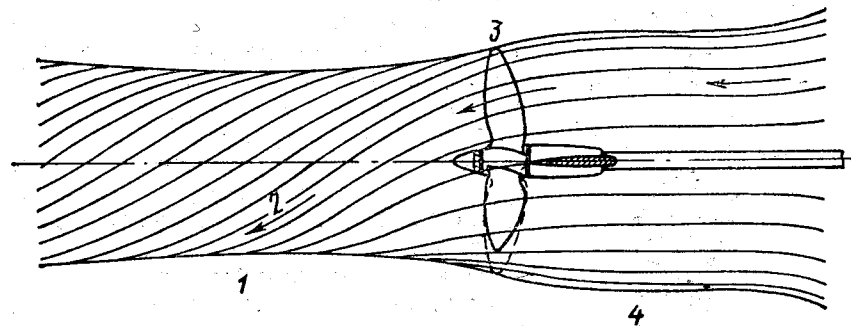


Рис. 204. Процесс, происходящий в свободной струе от винта. 1 — сужение; 2 — закручивание; 3 — ускорение; 4 — засасывание.

зается сужение набегающего потока. Одновременно набегающий поток закручивается лопастями гребного винта. Это следует иметь в виду, так как в отбрасываемой винтом струе обычно устанавливают перо руля. Неблагоприятное действие руля иногда можно изменить, приспособив его поверхность, подобно контрпропеллеру, к вращению струи от винта. В результате может быть использована энергия, содержащаяся в закрученной струе. Правда, при этом рассчитывают не на действительный выигрыш в тяге, а добиваются лучших условий для работы руля и уменьшения сопротивления его движению.

Представив катер буксируемым при помощи длинного троса, можно легко проследить за возникающими потоками. В первую очередь образуется *потенциальный попутный поток* из-за вытеснения (в стороны) носовой частью судна определенного количества воды, которое затем снова заполняет образовавшуюся пустоту в кормовой части судна.

Вдоль корпуса судна возникает значительное трение воды. Слой, становящийся к корме все толще, называют *пограничным*.

Он обусловлен силами вязкости воды и образует так называемый *попутный поток трения*. Наконец, вследствие наличия свободной поверхности под винтом может возникнуть *волновой попутный поток* (рис. 205), но только в том случае, если там образуется вершина волны. При нахождении кормы на подошве волны вода из-за волнового потока получает ускорение за кормой, что приведет к появлению *отрицательного попутного потока*. Гребной винт, установленный в корме судна, использует попутный поток.

Таким образом, гребной винт судна работает в сложных условиях. На рис. 206 поток изображен в районе действия гребного винта. При проектировании очень больших гребных винтов для

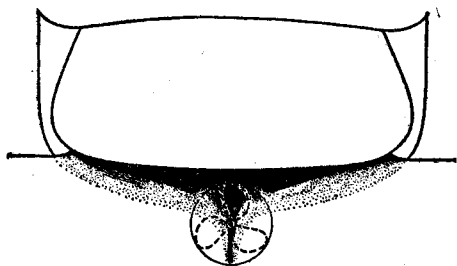


Рис. 205. Приближенное распределение попутного потока в плоскости гребного винта.

океанских судов шаг винта и сечения лопастей выбирают в зависимости от фактических потоков. При проектировании гребных винтов моторных катеров с умеренной скоростью необходимо также учитывать влияние попутного потока, которое продолжается до появления скоростей, соответствующих переходному режиму. Лишь у полностью глиссирующих катеров попутный поток практически не образуется.

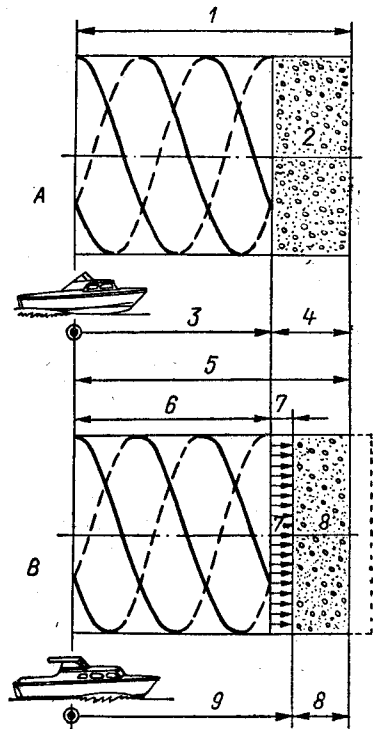


Рис. 206. Схемы движения катера без попутного потока и при действии попутного потока. В результате действия упора гребного винта катер проходит меньший путь, что соответствует шагу винта и частоте его вращения. Возникает так называемое скольжение (схема А). На схеме В виден выигрыш от попутного потока; участок пути, пройденный катером, будет больше на величину попутного потока, что видно из сравнения со схемой А. На ходовых испытаниях измеряют лишь кажущееся скольжение.

1 — один оборот; 2 — действительное скольжение; 3 — путь без попутного потока; 4 — скольжение номинальное; 5 — шаг винта; 6 — поступь винта; 7 — попутный поток; 8 — кажущееся скольжение; 9 — путь с попутным потоком.

Гребной винт всегда стремятся расположить как можно выгоднее в поле попутного потока. Таким потоком является попутный поток трения, влияние которого увеличивает упор винта, не требуя для этого увеличения мощности. Поскольку полезная мощность двигателя равна сопротивлению движению судна, умноженному на скорость, то чем сильнее попутный поток трения, тем меньшая мощность требуется от двигателя для вращения винта. Но попутный поток трения создается на корпусе судна и на это расходуется энергия двигателя через движитель. При самом стро-

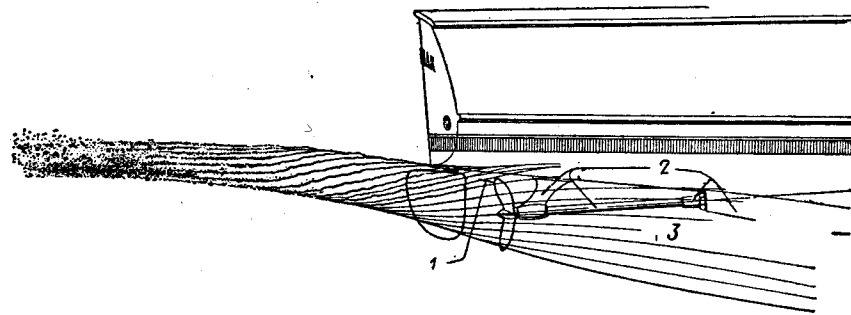


Рис. 207. Взаимодействие гребного винта с катером.

1 — попутный поток; 2 — источник сопротивления; 3 — зона уменьшения давления.

гом расчете характеристик гребного винта следует исходить не из скорости судна, а из средней поступательной скорости гребного винта в поле попутного потока судна.

Как только начнет действовать гребной винт, значительная часть подводной части судна попадет под влияние струи от винта, которая накладывается на действующий поток. Засасывание захваченной гребным винтом массы воды увеличивает ее сопротивление движению судна. Это увеличение сопротивления, вызываемое струей от винта, называют *засасыванием*. Оно уменьшается при повышении скорости и полностью исчезает, как только наступает чистое глиссирование (рис. 207).

Свободному протеканию водяного потока, образованного гребным винтом, мешают некоторые помехи. Эти помехи находятся как перед гребным винтом в зоне набегающего потока, так и за гребным винтом. Источником помех можно считать и среднюю часть водоизмещающего катера. Однако здесь возникает полезный для гребного винта попутный поток. К источникам помех следует отнести киль или дейдвуд, гребной вал, кронштейн гребного вала, включая шпору для защиты гребного винта, которая проходит от кронштейна гребного вала под винтом до пятки руля (см. рис. 195).

Непосредственно за гребным винтом расположено перо руля, мешающее естественному потоку. В зависимости от типа судна

и конструкции кормы источником помех могут быть другие выступающие части. Поэтому во время постройки судна необходимо постоянно следить за тем, чтобы все выступающие части, расположенные в районе гребного винта, были выполнены обтекаемыми.

Отстояние лопасти гребного винта от днища. В настоящее время наблюдается тенденция использовать мощные двигатели на небольших катерах. Вследствие этого гребные валы устанавливаются с очень большим наклоном. Для уменьшения наклона двигателя и сохранения упора винта стремятся разместить масляный поддон картера двигателя как можно ниже, вплотную к килю, а гребной винт — как можно ближе к днищу катера. Такое решение приводит к опасным результатам:

- 1) образуется сильная вибрация в кормовой части катера;
- 2) из-за небольшого отстояния винта днище быстро повреждается и даже полностью протирается, так как любой лист тростника и любая рыболовная леска вызывают износ;
- 3) выбранный гребной винт должен иметь слишком малый диаметр, что является большим недостатком.

В случае необходимости установки гребного винта вблизи днища минимальным расстоянием является 5% диаметра гребного винта. При этом возможна сильная вибрация, в результате чего очень плоское днище рекомендуется укреплять изнутри при помощи подкрепляющих листов или днищевых рамных шпангоутов. Нормальным расстоянием следует считать 10% диаметра гребного винта, идеальным было бы 12—15%.

Направление вращения гребного винта. При проектировании судового гребного винта, а также при оценке маневренности катера необходимо точно знать направление вращения винта. Тот, кто возьмет в руки талреп, очень быстро установит, что одна сторона имеет правую, а другая — левую нарезку. Однако в определении правого или левого вращения гребного винта (рис. 208) еще встречаются ошибки, которые иногда даже упорно отстаиваются.

Так, у транспортных двигателей направление их вращения обозначается как правое. Чтобы точно определить, что понимается под правым вращением, надо, стоя перед автомобилем или трактором, взять в руки пусковую рукоятку. Если такой двигатель затем установить на катере, то он по-прежнему остается двигателем правого вращения.

В самом деле, транспортный двигатель правого вращения требует гребного винта левого вращения. Современные двигатели, предназначенные для автомашин и, естественно, имеющие правое вращение, при установке на катерах могут потребовать и винт правого вращения. Это объясняется тем, что на катерах часто меняют ведущую сторону, так как маховик двигателя на катере лучше располагать спереди (в автомобиле он расположен сзади), и реверсивная передача присоединяется к противоположной стороне коленчатого вала.

Установленный редуктор также может вызвать сомнения при определении направления вращения. В зависимости от внутреннего или внешнего зубчатого зацепления направление вращения сохраняется или получается обратным. Имеется даже реверс-редуктор с третьим валом специально для того, чтобы при двухвинтовых установках создавать противоположное направление вращения гребного винта. При этом один двигатель приводит в действие винт левого вращения, а другой — правого вращения. Во избе-

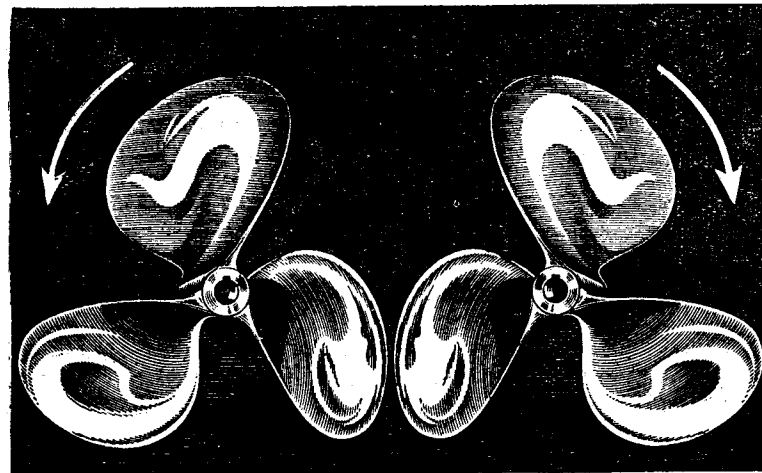


Рис. 208. Гребные винты правого и левого вращения.

Направление вращения гребного винта всегда определяется смотря с кормы в нос и всегда только для переднего хода.

жание всяких сомнений необходимо руководствоваться действующим в судостроении правилом: *направление вращения гребного винта* (правое — по часовой стрелке, левое — против часовой стрелки) *устанавливают смотря с кормы в нос при работе винта на передний ход и определяют только для переднего хода.*

В случае заднего хода само собой разумеется, что гребной винт вращается в противоположном направлении. Несмотря на это, гребной винт сохраняет прежнее обозначение своего направления вращения. Гребной винт правого вращения при вращении на заднем ходу против часовой стрелки всегда остается винтом правого вращения.

Если на двухвинтовом катере следить за тем, чтобы оба гребных винта работали наружу, то гребной вал левого борта получает гребной винт левого вращения, а вал правого борта — винт правого вращения (см. рис. 208).

На рис. 209—212 изображены моторные спасательные катера и яхта «Зеебер».

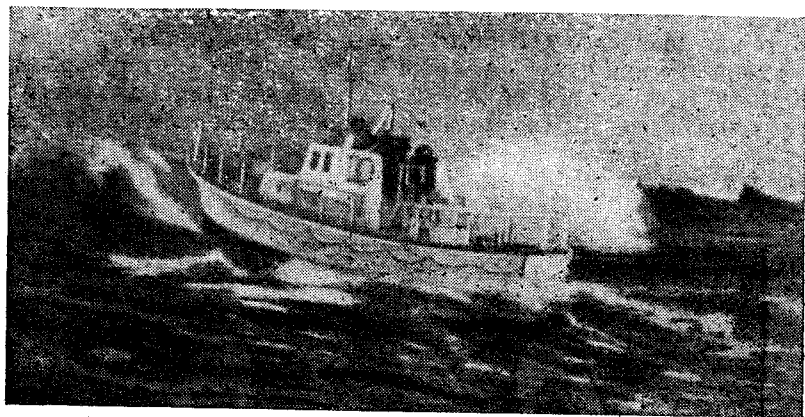


Рис. 209*. Моторный спасательный катер (длина 16 м) американской Береговой охраны в бурном море.

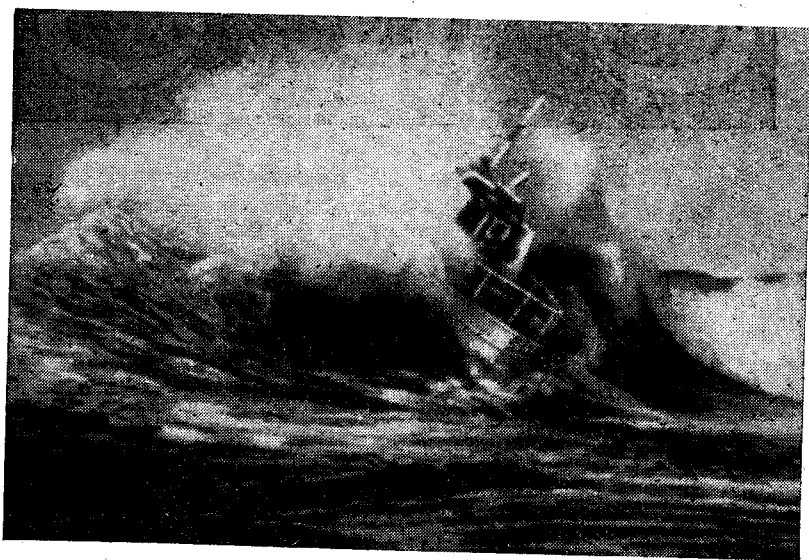


Рис. 210*. Фотоснимок сделан на северном Тихоокеанском побережье (штат Орегон, США) спустя несколько секунд после того, как большая волна обрушилась на катер. Это свидетельствует о тяжелых условиях, в которых находится спасательная служба зимой.

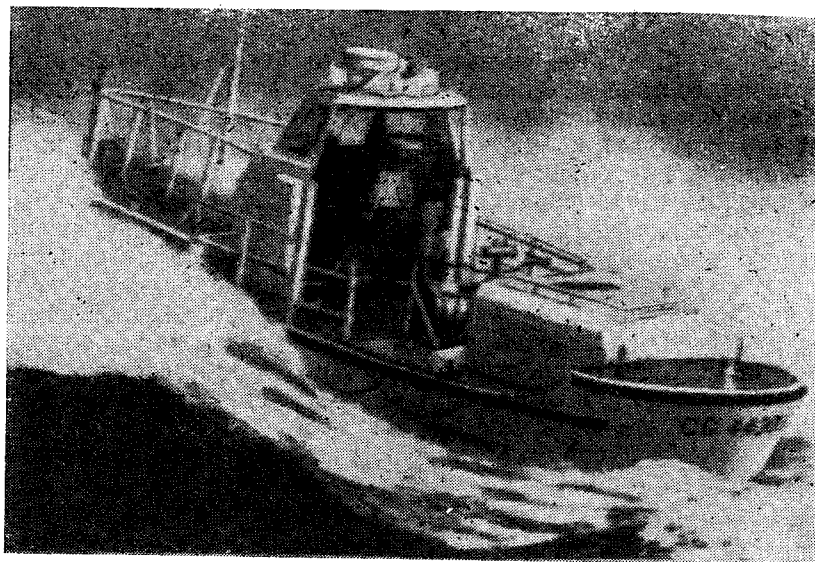


Рис. 211*. Разработанный американской Береговой охраной 44-футовый моторный спасательный катер.

Неоднократно во время шторма через него перекатывались большие волны, после чего он тотчас же выпрямлялся и продолжал патрулирование. Длина этих стальных катеров 13,40 м, ширина 3,85 м, осадка 0,96 м и водоизмещение 16 т. Два быстроходных дизеля «Камминс» мощностью по 200 л. с. при 3000 об/мин обеспечивают ему скорость более 16 уз (30 км/ч).



Рис. 212*. Моторная яхта «Зеебер» при ветре силой 9 баллов, сфотографированная у Ростен Санд. Современная конструкция яхты верфи «Люрсен» (ФРГ) имеет высокие мореходные качества.

63. Диаметр и шаг гребного винта

Уже указывалось, что число лопастей и их очертание, соотношение площадей гребного винта в обычных случаях незначительно влияют на к. п. д. Это справедливо для 95% всех моторных яхт и быстроходных катеров. Но при скоростях 65—70 км/ч, когда наступает кавитация гребного винта, приходится использовать широкие лопасти и тонкие сечения.

В чем заключается сложность выбора самого эффективного гребного винта, соответствующего катеру и мощности его двигателя? Необходимо рассчитывать лишь два размера: диаметр и шаг. Все остальные характеристики (эллиптическая или асимметричная форма очертаний, профиль поперечного сечения лопасти, образование корня лопасти и ступицы гребного винта, большая или меньшая ширина лопасти и др.) не имеют столь существенного значения, как эти два параметра.

Правильный выбор диаметра очень важен при взаимодействии гребного винта и катера. Для получения в действительности наилучшей скорости необходим правильный выбор шага винта. Для каждого катера, его скорости, мощности двигателя, частоты вращения существует лишь один оптимальный гребной винт.

Фирма, поставляющая гребные винты, имеет среди своих служащих «гения с электронным мозгом». Если обратиться к нему с вопросом относительно гребного винта, пригодного для определенного типа катера с соответствующим двигателем, то он, включив свой мозговой компьютер, безошибочно выберет нужный гребной винт. И действительно, с большим опытом и хорошей памятью даже такой нетехнический метод довольно часто приводит к успеху.

Обычно считают, что диаметр гребного винта должен быть как-то связан с размерами катера, или шаг винта зависит от того, имеет ли катер округлые или V-образные шпангоуты. Как часто утверждают, моторостроительный завод мог бы поставлять одновременно с двигателем и гребной винт, точно подогнанный к мощности двигателя и частоте вращения, хотя завод совершенно не знаком с катером, на котором должен устанавливаться двигатель.

Для расчета основных элементов гребного винта необходимо знать три параметра:

1) действительную «мощность на валу» (она обозначена P_{S_a});
2) определенную тщательно обоснованную частоту вращения гребного вала, которая может не совпадать с наибольшей частотой вращения выходного вала двигателя, указанной заводом—изготовителем двигателя;

3) действительную поступательную скорость гребного винта в поле попутного потока судна (обозначена v_a). Она меньше скорости катера на величину попутного потока.

Процесс подробного расчета гребного винта достаточно сложен и базируется на использовании диаграмм, составленных по результатам многочисленных испытаний моделей гребных винтов.

Чтобы использовать такую диаграмму, необходимо изучить теорию движительного комплекса и иметь математические навыки.

При проектировании катера приходилось выполнять при каждом кратком предварительном проекте целый ряд подробных расчетов лишь для того, чтобы внести в проект неизвестный диаметр гребного винта. Во избежание этого была построена упрощенная диаграмма для быстрого определения вероятного диаметра гребного винта (рис. 213).

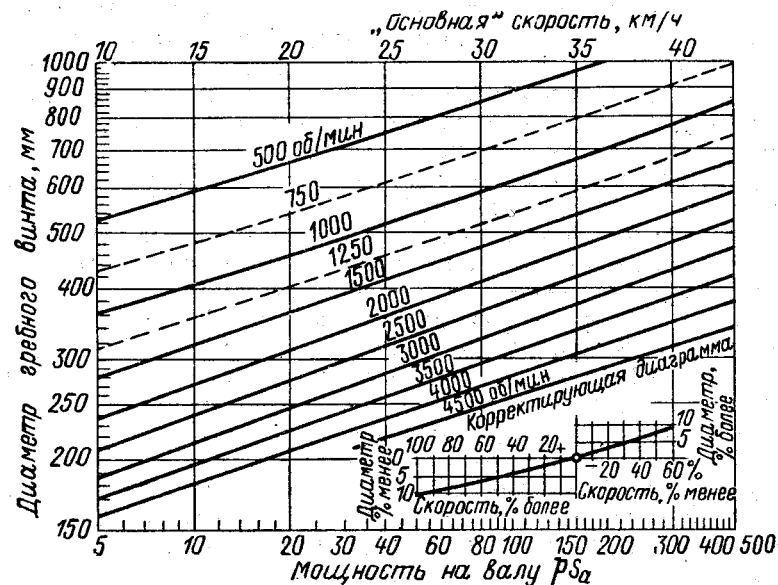


Рис. 213. График для определения диаметра трехлопастного гребного винта по действительной мощности двигателя P_{S_a} , отдаваемой на гребной винт.

Подобного рода упрощенная диаграмма с целью оценки диаметра гребного винта не могла быть разработана без введения «основной» скорости для каждой мощности двигателя.

Три величины, необходимые при проектировании гребного винта: мощность, частота вращения и скорость, — указаны на диаграмме. Мощность на валу P_{S_a} находят по нижней шкале диаграммы, «основную» скорость — по верхней шкале; частота вращения выражена в виде семейства кривых между 500 и 4500 об/мин. Наконец, диаметр гребного винта дается на левой шкале диаграммы.

Поясним пользование диаграммой на примере. Небольшой катер, оборудованный двигателем мощностью 95 л. с. и частотой вращения 3000 об/мин при ожидаемой скорости 32 км/ч, имеет или прямую передачу на винт, или снабжен редуктором со степенью редукции 2 : 1 (1500 об/мин).

Номинальную мощность двигателя прежде всего необходимо пересчитать на действительную — мощность на валу pS_a . Вследствие потерь она составляет действительную величину $pS_a = 80$. Эта мощность соответствует основной скорости 30 км/ч. Действительная ожидаемая или рассчитанная скорость соответственно на 7% больше основной скорости. Если перейти к кривой частоты вращения, то на левой шкале для 3000 об/мин находим диаметр 312 мм, а для 1500 об/мин — 475 мм.

Для перехода от основной скорости, равной 30 км/ч, к ожидаемой, которая больше на 7%, используют корректирующую диаграмму, расположенную справа внизу. Ее левая половина действительна для увеличенных скоростей, а правая — для пониженных. Поскольку в данном примере ожидаемая скорость на 7% выше основной, обратимся к левой половине. Однако разница, равная 7%, очень мало влияет на диаметр, и поправка составит около 1%. Она, как видно по цифрам слева, обозначает уменьшение, т. е. вычитается из рассчитанного ранее диаметра. Поэтому вместо диаметра, равного 312 мм, выбрали бы диаметр 310 мм или вместо 475 мм выбрали бы 470 мм. Рассмотренная упрощенная схема не может дать высокой точности, но это и не требуется с практической точки зрения, так как всегда при определении элементов гребного винта появляются две основные неизвестные характеристики: действительная мощность на гребном винте и действительная скорость набегающего на винт потока.

Второй пример относится к тихоходному катеру, двигатель которого позволяет выбрать различные редукторы. Необходимо определить, будет ли для наиболее эффективного гребного винта, относящегося к наибольшей степени редукции, достаточно места под днищем судна.

Большая моторная яхта оборудована двумя дизелями мощностью по 180 л. с. при частоте вращения 2400 об/мин, которые дают ожидаемую скорость (20 км/ч). Если исключить потери, мощность на гребном винте составит $160pS_a$.

Прежде всего установим, какая основная скорость относится к $160pS_a$. По верхней шкале основная скорость составляет 35,5 км/ч. Действительная скорость равна 20 км/ч, она меньше основной на 34%. Так как имеется выбор редукторов 2 : 1, 3 : 1 и 4 : 1, определим по левой шкале диаметр гребного винта для 1200, 800 и 600 об/мин. В точке пересечения линии $160pS_a$ с кривой частоты вращения на левой шкале находим: для 1200 об/мин диаметр равен 610 мм, для 800 об/мин — 780 мм и для 600 об/мин — 900 мм.

Между ожидаемой скоростью 20 км/ч и основной, равной 35,5 км/ч, существует разница минус 34%. В данном случае получается поправка на увеличение диаметра. Малая корректирующая диаграмма показывает, что при уменьшенной на 34% скорости необходимо выбрать диаметр, больший на 5%. Отсюда для трех имеющихся в выборе степеней редукции получаются следую-

щие диаметры гребного винта: 640 мм для 1200 об/мин; 820 мм для 800 об/мин; 945 мм для 600 об/мин.

Необходимо еще раз напомнить, что упрощенный способ определения диаметра гребного винта не следует смешивать с расчетом характеристик гребного винта.

Составление упрощенной диаграммы для определения шага гребного винта является простой задачей, которая содержит лишь одну неизвестную, требующую оценки, величину — скольжение (в процентах). Поэтому данные, полученные при определении шага винта по упрощенной диаграмме (рис. 214), менее достоверны, чем данные, полученные при упрощенном определении диаметра гребного винта.

На практике принимают скольжение равным 15—50%; во многих случаях скольжение не соответствует среднему значению (30%), но предлагаемая диаграмма разработана именно для скольжения, равного 30%. Как просто определить по диаграмме шаг гребного винта, покажем на примере для катера с двигателем мощностью 95 л. с. Предполагались скорость 32 км/ч и частота вращения 3000 или 1500 об/мин. Определив на нижней шкале указанную скорость, обратимся к кривым, обозначающим частоту вращения гребного вала, например 3000 об/мин. По левой шкале определим шаг винта, он равен 255 мм. При частоте вращения 1500 об/мин шаг винта составляет 510 мм. Итак, имеем гребные винты: для 3000 об/мин — диаметр 310 мм, шаг 255 мм; для 1500 об/мин — диаметр 470 мм, шаг 510 мм;

Найденные очень простым способом значения могут превзойти по степени точности значения, выдаваемые упомянутым выше «гением по гребным винтам». Однако необходимо отметить неточность принятых упрощений, хотя полученные величины приближаются к оптимальному диаметру винта, но не к наиболее подходящему для него шагу. В приведенном примере следует отметить, что при установке редуктора улучшается к. п. д., что связано с уменьшенным скольжением гребного винта. При определении

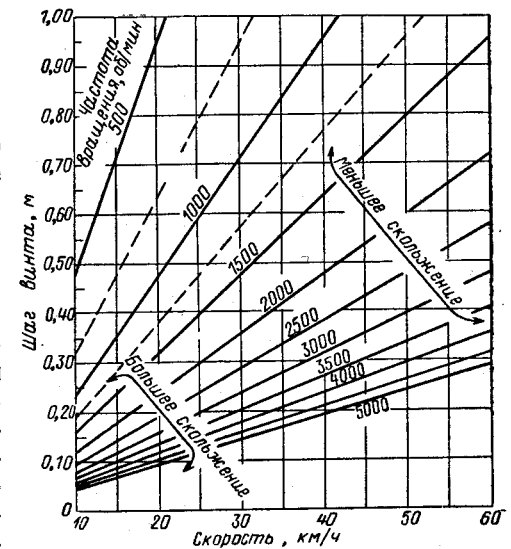


Рис. 214. Определение шага винта для скоростей от 10 до 60 км/ч.

Шаг рассчитан для среднего скольжения, равного 30%, и не дает значительной точности, так как не учитывает нагрузку гребного винта.

выбирать эффективный редуктор, если впоследствии нельзя будет установить гребной винт с необходимым диаметром.

К сожалению, часто бывает, что невозможно установить необходимый диаметр гребного винта. В пределах жестких границ уменьшенный диаметр можно компенсировать увеличенным шагом винта, причем возникает лишь минимальная потеря к. п. д. При

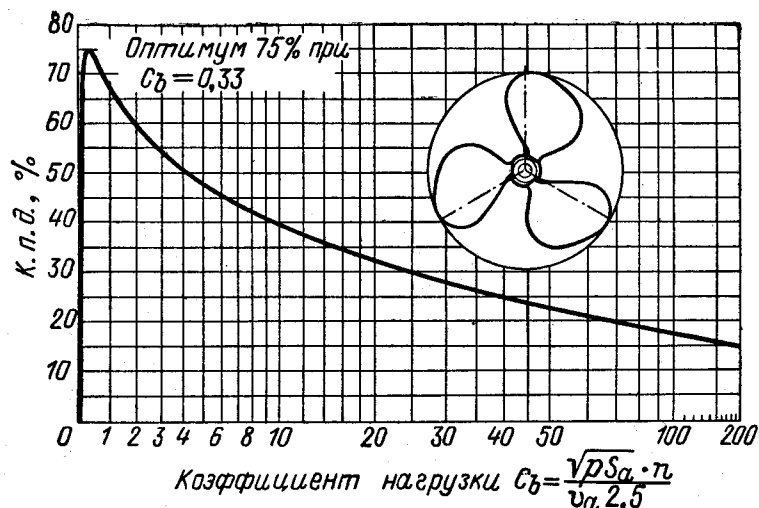


Рис. 215. График зависимости оптимального к. п. д. гребного винта от коэффициента нагрузки C_b .

В большинстве случаев коэффициент нагрузки равен 1—10. Наибольший к. п. д. достигается при $C_b = 0,33$, причем гребной винт преобразует в упор 75% мощности двигателя.

слишком уменьшенном диаметре компенсация при помощи увеличенного шага винта невозможна и потеря к. п. д. возрастает до такой степени, что нельзя использовать движительный комплекс. Приведем соответствующие данные.

На примере большой моторной яхты, для которой ранее были определены три диаметра гребных винтов, покажем, как пользоваться кривой к. п. д. (см. рис. 215). Каждый из двух двигателей имеет мощность 180 л. с., причем на гребной винт дается мощность $pS_a = 160$. Скорость равна $25 \text{ км/ч} = 5,55 \text{ м/с}$, однако с учетом попутного потока поступательная скорость гребного винта $v_a = 5,3 \text{ м/с}$. Величина $v_a^{2,5}$ составляет 64,5. Час-

Уменьшение диаметра, %	Увеличение шага винта, %	Относительная потеря к. п. д., %
5	6	1
10	12	3
15	20	6
20	30	12
25	Невозможно	Очень большая

тоту вращения двигателя, равную 2400 об/мин, можно при помощи различных редукторов уменьшить до 1200, 800 или 600 об/мин, что соответствует 40, 20, 13, 3 и 10 об/с. По кривой к. п. д. можно составить следующую таблицу.

Частота вращения гребного винта, об/мин (об/с)	Скорость набегающего потока v_a , м/с	Коэффициент нагрузки C_b	К. п. д. винта, %
2400 (40)	5,3	7,85	43
1200 (20)	5,3	3,93	51
800 (13,3)	5,3	2,61	57
600 (10)	5,3	1,96	61

Как видно из таблицы, коэффициент полезного действия тем выше, чем меньше частота вращения гребного винта. Если использовать двигатель без редуктора (2400 об/мин на гребном винте), то достигается лишь очень низкий к. п. д. (43%). Такой маленький высокооборотный гребной винт на тихоходном катере метко прозвали пеносбивалкой. С редукцией 2 : 1 уже получают к. п. д. равным 51%, а с уменьшением частоты вращения гребного винта в соотношении 3 : 1 достигается к. п. д., равный 57%. Даже высокая степень редукции 4 : 1, дающая 60%, еще далеко не обеспечивает оптимального к. п. д.

Поскольку к. п. д. может превышать 70%, установим соответствующую частоту вращения. Согласно диаграмме для этого необходим коэффициент нагрузки $C_b = 0,7$ или еще меньший, получаемый при очень низкой частоте вращения гребного винта, равной $3,57 \text{ об/с} = 215 \text{ об/мин}$. Частоту вращения двигателя пришлось бы поэтому понизить, по крайней мере, в соотношении 1 : 11. Таких редукторов на практике нет. Кроме того, потребовался бы гребной винт недопустимо большого диаметра.

Структура коэффициента нагрузки показывает, что небольшая мощность двигателя, низкая частота вращения и высокая скорость приводят к высокому к. п. д. гребного винта. На практике приходится довольствоваться к. п. д., равным 60%. Если пренебречь влиянием частоты вращения, то к. п. д. может снизиться до 40%.

65. Сравнение различных движителей

Максимальная скорость	Гребной винт
Наибольшая экономичность	»
Наибольшая надежность	»
Наименьшая осадка	Водометный движитель
Упрощенный монтаж	Подвесной мотор или стационарный двигатель с Z-образной передачей на винт

Безопасность для пловцов, водных лыжников	Водометный движитель
Наивысшая маневренность	Крыльчатый движитель Фойта—Шнейдера, активный руль Шеттеля ⁸⁵
Наибольшая тяга при буксировке	Гребной винт с насадками Корта ⁸⁵
Наилучшая защита от прикосновения ко дну	Водометный движитель

Гребной винт в качестве универсального движителя обладает большинством преимуществ, в результате чего имеет наилучший к. п. д., прост в изготовлении и легко подвергается замене.

Значительным преимуществам водометного движителя противостоят еще большие недостатки, так как экономично он работает лишь на очень легких и очень быстроходных катерах. Стоимость водометного движителя высокая.

На моторных яхтах и быстроходных катерах крыльчатый движитель не применяют; он пригоден для буксирных судов и особых случаев маневрирования, так как струя от движителя может выбрасываться в любом желаемом направлении. Стоимость крыльчатого движителя высокая, к. п. д. несколько ниже, чем у обычного гребного винта.

Активный руль обладает маневренными преимуществами, аналогичными крыльчатому движителю, и менее дорог. Его можно было бы применять на туристских катерах, однако от них редко требуется слишком высокая маневренность.

Направляющая насадка является профилированным кольцом, охватывающим обычный гребной винт, благодаря чему при буксировке получается тем больший выигрыш в упоре винта, чем меньше скорость буксировки.

При установке подвешенного мотора и Z-образной передачи применяют обычные гребные винты. Из-за ограниченного диаметра гребного винта высокие к. п. д. достигаются лишь на легких быстроходных катерах. Для тяжелых тихоходных катеров требуется гребной винт большего диаметра, чем те, которые можно использовать при таких передачах.

66. Управляемость и маневренность

Существует большая разница между способностью судна удерживаться на курсе и его маневренными качествами.

Следует подчеркнуть, что высокие управляемость и маневренность определяются не размером и формой пера руля или углом его отклонения, а формой профиля подводной части; это показано на рис. 216 и 217. При этом форма профиля влияет на устойчивость

и маневренность по-разному. Так, наилучшая с точки зрения устойчивости форма дает наихудшие маневренные качества и наоборот*. На втором месте — влияние расположения пера руля и гребного винта: оно тоже может обеспечивать либо устойчивость на курсе, либо маневренность.

Корпус моторной яхты (рис. 216, а) имеет отличительный признак: далеко вытянутый в корму глубокий киль (дейдвуд) с непосредственно прикрепленными к нему пером руля и гребными винтами по бортам. Указанное расположение применяется иногда

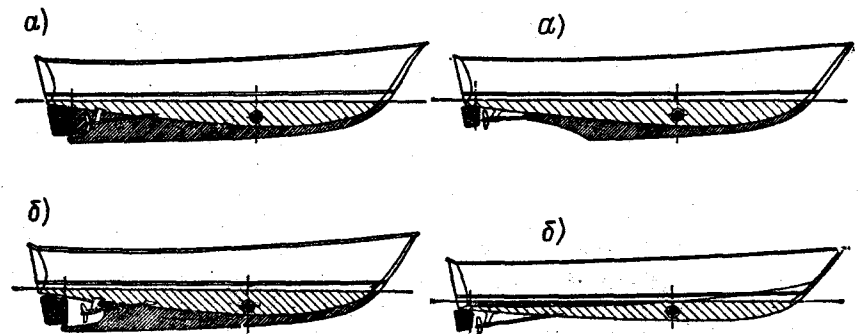


Рис. 216. Профили подводной части. Профиль киля на схеме а обеспечивает отличную устойчивость на курсе, но маневренные качества при этом абсолютно непригодны, даже при двухвинтовом приводе. Если вырезать в кормовой части дейдвуд по схеме б, то маневренность улучшается без ухудшения устойчивости на курсе.

Рис. 217. Профиль подводной части, сочетающий достаточную устойчивость на курсе с превосходными маневренными качествами (а). Типичный быстроходный катер с V-образными обводами (б) при малейшей невнимательности у руля отклоняется от курса и обладает невысокими маневренными качествами.

и в настоящее время на мореходных моторных яхтах, хотя и редко в таком «классическом» виде. Разумеется, подобный киль наилучшим образом обеспечивает устойчивость на курсе. Даже на волнении требуется лишь незначительная перекладка руля для того, чтобы выдержать прямой курс. Но при перекладке пера руля возникает лишь ограниченная поперечная сила, так как перо не расположено в струе гребного винта. Эта небольшая поперечная сила работает против большой кормовой площади дейдвуда, благодаря чему весь корпус судна сопротивляется боковому отклонению кормы. Следовательно, при расположении, изображенном на рис. 216, а, высокая устойчивость на курсе связана с почти катастрофически низкой маневренностью.

* Это утверждение автора неверно. Можно спроектировать устойчивое на курсе судно с прекрасной управляемостью и наоборот. Существуют неустойчивые на курсе суда с плохой управляемостью. Эти свойства зависят еще и от взаимного расположения центра тяжести судна и распределения площади бокового сопротивления подводной части судна.

Боковое сопротивление перемещению можно приблизительно оценить следующим образом: при глубокоом вертикальном дейдвуде оно равно 100%, при вертикальных сторонах скул у катеров с V-образной формой шпангоутов — 50%. Боковое сопротивление перемещению у корпуса катера с округлыми шпангоутами и без дейдвуда равно 25%.

Чтобы оценить количественно сопротивления повороту, прием следующее: точка вращения судна, т. е. вертикальная ось, вокруг которой оно вращается при маневрировании, находится от кормы на расстоянии, составляющем почти 60% длины по ватерлинии. Если носовая часть катера выполнена особенно острой и глубоко уходящей в воду, с плоской кормой без дейдвуда, то точка вращения смещается от кормы на расстояние, равное 70—75% длины по ватерлинии. Часть площади сопротивления, находящаяся вблизи точки вращения, незначительно влияет на маневренные качества. Но если такая вертикальная плоскость, например изображенная на профиле (см. рис. 216, а), удалена далеко в корму от точки вращения, то она оказывает значительное сопротивление при повороте, так как действует на большом плече. Таким образом можно сравнить устойчивость на курсе и маневренные качества различных катеров. В данном случае профиль, изображенный на рис. 216, а, показал бы наибольшее сопротивление повороту.

В конструкции, показанной на рис. 216, б, были сохранены такие же длина киля и его высота, как у профиля, изображенного на рис. 216, а, а также аналогичные размер пера руля и расположение гребных винтов. Перед рулем из дейдвуда была вырезана значительная часть, благодаря чему уменьшилось сопротивление боковому перемещению. Устойчивость на курсе едва ли изменилась, в то время как маневренные качества заметно улучшились. Несмотря на это в большинстве случаев они считаются еще недостаточными, так как обе струи от гребных винтов не попадают на перо руля. Для продолжительных непрерывных плаваний такое расположение было бы приемлемым, однако не для условий плавания большинства катеров.

На рис. 217, а показаны оптимальные формы профиля, а также расположение руля и гребного винта с целью достижения отличных маневренных качеств без заметного ухудшения устойчивости на курсе. Начинающийся у форштевня киль проходит почти до половины длины по ватерлинии. Он образует постоянную поверхность, взаимодействующую с потоком воды, которая способствует устойчивости на курсе*. Далёко перед рулем и гребным винтом дейдвуд сильно срезан. Даже если катер с профилем, изображенным на рис. 217, а, будет иметь один винт, то он достигнет с ним значительно лучшей маневренности, чем двухвинтовые катера с профилями, изображенными на рис. 216, а и б. Если же катер

* См. примечание на с. 289.

Рис. 218. Регулируемые транцевые плиты гоночного катера для гонок на ускорение. Изменение угла атаки на ходу у этой конструкции невозможно, но при ходовых испытаниях можно установить наиболее подходящий для гонок угол.

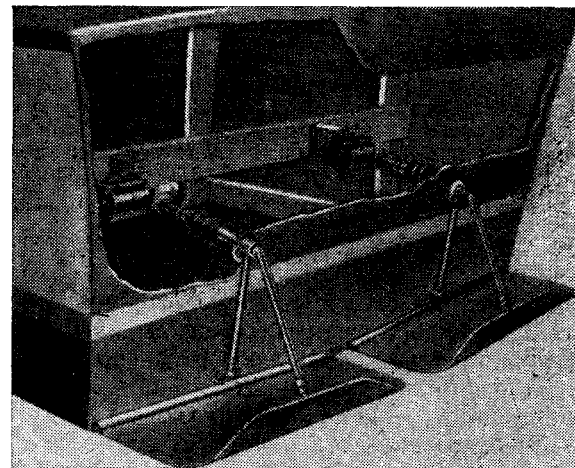
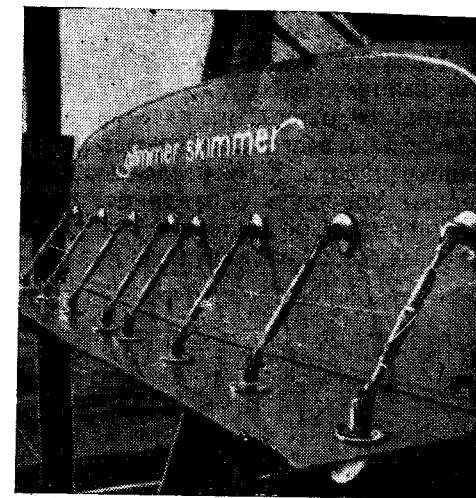


Рис. 219. Регулируемые транцевые плиты фирмы «Триматик Беннетт Марин Инк», Детройт (США). Этот тип транцевых плит часто применяют на гоночных катерах, а также на открытых спортивных и туристских катерах. Угол атаки изменяется при помощи небольших электродвигателей, переключатели которых находятся в посту управления. Можно также использовать автоматический переключатель, работающий от дифферента или крена катера.

будет двухвинтовым (см. рис. 217, а), то он получит превосходные маневренные качества.

Профиль подводной части (см. рис. 217, б) часто применяют для быстроходных катеров с V-образными обводами (от самых маленьких открытых катеров до яхт значительных размеров). Вследствие этого получаются неопределенные управляемость и маневренность. Хотя расположение руля и гребного винта обеспечивают хорошую управляемость, однако малая площадь погруженной части не дает четкой точки поворота. «Носовая часть судна не знает, чего хочет кормовая часть». На полном ходу такие катера

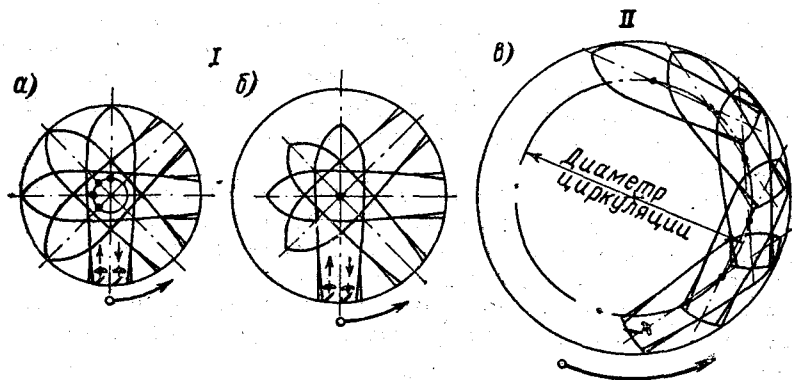


Рис. 220. Циркуляции одновинтового и двухвинтового катеров. Двухвинтовой катер может поворачиваться на месте (схема б). При умелом регулировании частоты вращения внутреннего и наружного гребных винтов можно даже получить циркуляцию, показанную на схеме а. Но и одновинтовые катера достигают очень малого диаметра циркуляции (схема в) * до 1,5—2 длин катера по ватерлинии.

I — двухвинтовой катер (внешний винт — вперед; внутренний винт — назад); II — одновинтовой катер.

* Всегда при циркуляции диаметр катера направлена под небольшим (10—15°) углом внутрь от касательной к кругу.

обычно, но не всегда, имеют достаточную устойчивость на курсе и в то же время при маневрировании они ненадежны. Даже умеренный ветер затрудняет выполнение любого маневра указанному катеру в большей степени, чем другим катерам. Совсем плохие результаты получаются при движении задним ходом, когда на катере (см. рис. 217, б) отсутствует управляемость. Во многих случаях устойчивость на курсе достигается благодаря килеватости днища, но при таком профиле киля, как на катере, изображенном на рис. 217, б, постоянно существует опасность хронической рыскливости. В частности, при распределении весов, создающих дифференциал на нос, возникает недостаточная устойчивость на курсе. При этом катер постоянно стремится отклониться от курса и лишь благодаря неутомимой работе и постоянной внимательности при управлении можно с трудом удержать катер на прямом курсе. В большинстве случаев для устранения этого недостатка доста-

точно лишь прикрепить снизу болтами дейдвуд, как у катера с профилем, изображенном на рис. 217, а.

Диаметр циркуляции. Маневренность характеризуется в первую очередь диаметром циркуляции по отношению к длине катера. Диаметр циркуляции считается диаметром круга, который описывается центром тяжести катера, но не кромкой его транца или носовой частью катера (рис. 218 и 219).

Если катер имеет профиль, обеспечивающий хорошую маневренность, как показано на рис. 217, а, то даже у одновинтового катера диаметр циркуляции (рис. 220) очень мал и обычно равен приблизительно двум длинам катера по ватерлинии, причем у коротких широких катеров диаметр циркуляции бывает даже меньше, чем 1,5 длины катера. Подводная часть катера, показанного на рис. 216, б, позволяет получить диаметр циркуляции, равный 1,5—3 длинам катера. Особенно неудачный для маневренности профиль (см. рис. 216, а) дает в лучшем случае диаметр циркуляции, равный четырем длинам катера, а в крайних случаях пяти длинам и даже более.

Сказанное выше имеет место при работе гребного винта на передний ход. У катера с профилем, изображенным на рис. 216, а, можно уменьшить диаметр циркуляции, если внутренний гребной винт работает на задний ход, а наружный — на передний ход. Однако и при этом процесс поворота протекает мучительно медленно, в то время как судно дрейфует под действием ветра и течения.

Двухвинтовое судно с благоприятным профилем (см. рис. 217, а) и двумя рулями достигает исключительной маневренности. Циркуляция выполняется на месте, его точка поворота не двигается с места, если соответственно регулировать передний ход наружного гребного винта и задний ход внутреннего гребного винта. Оба пера руля при этом переложены на борт, однако лишь наружный руль попадает под действие струи от гребного винта и является эффективным. Внутренний руль работает вхолостую, так как его гребной винт гонит водяную струю вперед.

67. Влияние направления вращения гребного винта на маневренность

Некоторые судоводители утверждают, что вращение гребного винта вообще отрицательно сказывается на управляемости. Это неверно. Если такое явление наблюдается на прямом курсе, то причиной этого может быть лишь недостаток в симметрии пера руля или в расположении киля.

Гребной винт, работающий глубоко в неподвижной воде, не дает поперечной силы. Такая поперечная сила возникает независимо от гребного винта, поскольку он работает под днищем катера.

Каждая лопасть гребного винта при его вращении работает в зоне разнообразнейших помех. Вблизи днища господствует сильный попутный поток. За ногой кронштейна, гребным валом и килем образуется вихревой слой с меняющимися вихревыми потоками. На большой глубине лопасть достигает, наконец, почти спокойной

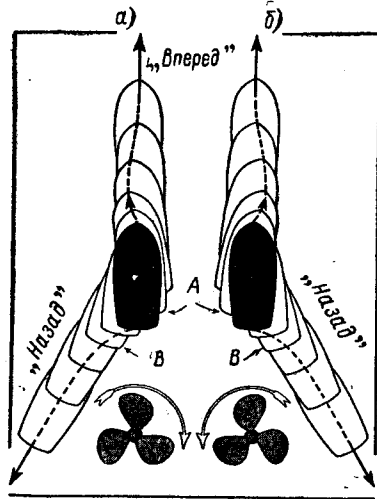


Рис. 221. Влияние направления вращения гребного винта на маневренность. Это влияние становится заметным лишь в начале движения. На переднем ходу незначительное смещение кормы (точка А) можно устранить соответствующей перекладкой руля. В начале заднего хода у одновинтового судна возникает сильное поперечное смещение кормы (точка В).

влияние на курс гребного винта правого вращения в начале хода. На рис. 221, б изображено соответствующее поведение гребного винта левого вращения.

Если на стоящем одновинтовом катере включить передний ход, то необходимо быть очень внимательным, чтобы вообще заметить небольшое смещение кормы в сторону. Многие водители катеров не замечают этого потому, что они немедленно переключают руль, и это смещение устраняется. Руль в начале движения тотчас располагается в эффективной струе винта. Смещение кормы видно на рисунке в точке А, заметно и ничтожное отклонение носа. Как было сказано, на переднем ходу оно незначительное.

В начале заднего хода, напротив, возникает сильный боковой эффект, влияющий на весь маневр. Здесь перо руля вообще не оказывает выравнивающего действия, так как струя от гребного

винта теперь направлена к носу. К тому же гребной винт на заднем ходу работает хуже. Он создает меньшее упорное давление, а сечения лопастей образуют несколько увеличенную поперечную силу. Из-за этого тотчас при включении возникает заметное боковое смещение кормы, изображенное на рис. 221 (точка В). Лишь после развития хода катер реагирует на положение руля, в отдельных случаях в достаточной степени, а во многих других — в недостаточной.

Если вынуждены дать задний ход в узкости, то благодаря умелому управлению можно удержаться на курсе, несмотря на неизбежное возникновение поперечной силы (если катер вообще управляем на заднем ходу). Для этого до начала заднего хода учитывают соответствующую поправку к ожидаемому боковому смещению (рис. 222, а), а затем дают задний ход, находясь в положении, показанном на рис. 222, б.

Если катер вообще неуправляем на заднем ходу, то все-таки можно достигнуть намеченной цели. Вначале стараются как можно лучше пройти несколько метров на заднем ходу, затем выправить положение катера кратковременным включением переднего хода и быстрой перекладкой руля. Прежде чем катер действительно даст передний ход, можно сместить в сторону корму для того, чтобы снова дать задний ход.

Подобно тому, как моряк, управляющий парусным судном, не задумываясь, инстинктивно ставит парус в наилучшее положение, так и водитель моторного катера должен инстинктивно учитывать влияние направления вращения гребного винта.

Каждое одновинтовое судно имеет два отличающихся один от другого диаметра циркуляции. При наличии гребного винта правого вращения поворот влево на переднем ходу является более выгодным. Диаметр циркуляции при повороте влево оказывается значительно меньше, чем при повороте вправо, что следует использовать как при маневрировании, связанном со швартовкой, так и при поворотах в узкостях.

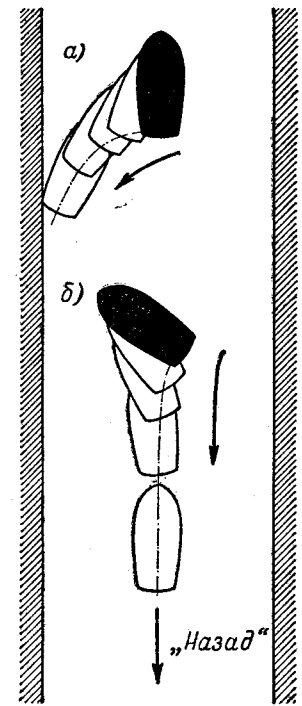


Рис. 222. Влияние направления вращения гребного винта на маневренность: а — неверное исходное положение; б — правильное исходное положение. В узкостях начальный период хода осложняется тем, что катер встречает препятствие движению, прежде чем начинается управление с помощью руля. Если обдуманно выбрать исходное положение, то можно в большинстве случаев преодолеть начальное поперечное смещение.

68. Остановка катера включением заднего хода

В начальный период постройки моторных катеров часто применяли реверсивные муфты, снижавшие частоту вращения на заднем ходу вдвое больше, чем на переднем ходу. Это была планетарная муфта «Парагон», изготовлявшаяся еще в 20-х годах в США. Сам гребной винт на заднем ходу уже образует меньший упор. Если к этому добавить значительно пониженную частоту вращения, то, разумеется, достигается лишь чрезвычайно слабый эффект торможения. С этим можно было согласиться

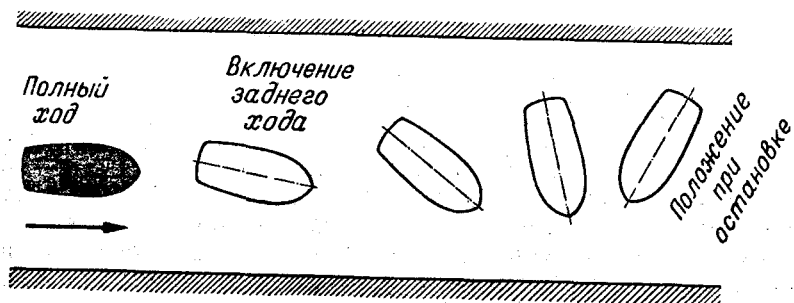


Рис. 223. Внезапная остановка одновинтового судна на полном ходу. При резкой остановке включением заднего хода корма перемещается в сторону под действием гребного винта. При этом судно к моменту остановки приходит в неожиданное положение и может стать поперек движения или даже развернуться на 180°.

при низких скоростях катеров тех времен, однако в настоящее время у реверсивных передач на заднем ходу предусматривается почти такая же частота вращения, что и на переднем ходу. То, что некоторые планетарные муфты понижают на заднем ходу частоту вращения на 8—12%, легко компенсируется увеличением частоты вращения двигателя. Сам по себе процесс остановки катера не является проблемой. При этом предполагается, что заранее уменьшают скорость, приближаются к цели на минимальное расстояние и в заключение дают кратковременный задний ход для того, чтобы погасить остаток скорости катера. Если же обстоятельства вынуждают внезапно и резко остановить судно, то проявляется эффект гребного винта, забрасывающий корму в сторону. Он относится как к быстроходным открытым спортивным катерам, так и к большим моторным туристским катерам, особенно одновинтовым.

Необходимо помнить, что боковое смещение кормы происходит тем интенсивней, чем резче увеличивают частоту вращения гребного винта на заднем ходу для остановки судна. Как выглядит такая внезапная остановка на полном ходу у одновинтового судна, показано на рис. 223. В тот момент, когда гребной винт начинает

вращаться в обратную сторону, заметен эффект бокового смещения. Поскольку катер еще имеет значительный ход, он частично послушен рулю, однако с уменьшением скорости боковой снос становится сильнее. Появляется неприятное чувство неуверенности и продолжается до тех пор, пока, наконец, катер полностью не остановится. Оно возникает от взаимодействия эффекта торможения задним ходом, поперечного смещения от действия гребного винта и инерции массы катера.

Поскольку водитель не в состоянии избежать указанного, он должен учитывать этот процесс таким, каким он изображен на рис. 223. Его можно лишь предотвратить, заблаговременно снизив в достаточной степени скорость, прежде чем вообще будет необходима резкая остановка на слишком большом ходу.

69. Размер и форма руля

Любое перо руля, большое или малое, свободно подвешенное или находящееся за массивным дейдвудом, образует поперечную силу лишь в том случае, если оно обтекается водой. Если катер стоит на якоре на течении, то он очень чувствителен к отклонению руля. Если же перо руля не встречает течения, то нельзя ожидать и действия руля.

Это положение давно используют, располагая перо руля за гребным винтом в его струе. Раньше часто допускали ошибку, устанавливая на двухвинтовых катерах один руль в диаметральной плоскости. Исходили из неправильного положения, что двухвинтовая установка сама по себе обладает лучшей маневренностью и поэтому требует лишь одного руля. Кроме того, средний руль создает как будто бы меньшее сопротивление, так как он не располагается в струе винта.

О том, как прочно установились такие взгляды, можно убедиться на примере моторной яхты (длиной 20 м), построенной на одной из известных европейских верфей. Когда владелец пожаловался на плохую маневренность, ему предложили заменить большой средний руль двумя меньшими рулями, которые располагались бы в струях от винта.

Установка двух рулей была выполнена, что значительно улучшило маневренные качества.

Рассмотренный пример свидетельствует о том, что высокие маневренные качества могут достигаться не за счет увеличения площади руля, а с уменьшением пера руля. Большое перо руля затрудняет управление, вызывает ненужное сопротивление трения и увеличение массы катера и, кроме того, в случае посадки на мель легче повреждается.

Напрашивается вопрос: какой должен быть размер пера руля, чтобы добиться высокой устойчивости на курсе и лучшего маневрирования на спортивных моторных судах или больших моторных

яхтах? В качестве исходной величины выбирают площадь бокового сопротивления (площадь погруженной части диаметрали, профиль) катера без руля и определяют процентное отношение площади пера руля к указанной площади. Уже при площади руля, равной 1% площади бокового сопротивления, у нормальных катеров достигается достаточная устойчивость на курсе. На

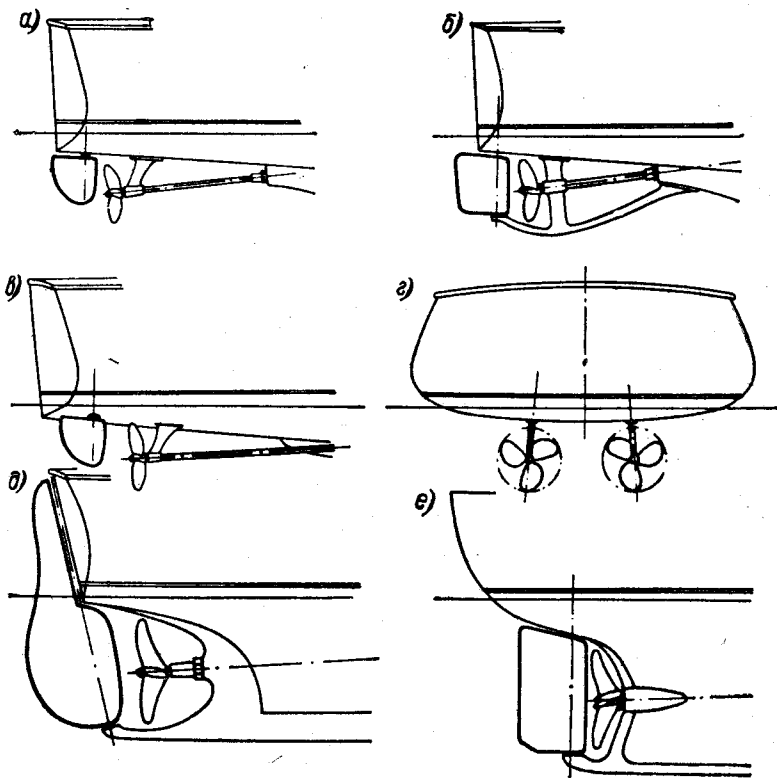


Рис. 224. Проверенные типы расположения балансирующих рулей: а — один винт, один подвесной руль; б — один винт, один руль с ограждением винта; в — два винта, два подвесных руля; г — двухвинтовой туристский катер; д — руль за кормой; е — судовой балансирующий руль. На схемах а и в показан часто применяемый подвесной руль, на схемах б, д, е нижняя опора руля совмещена с защитой гребного винта.

рис. 224 показаны наиболее часто используемые рули на моторных катерах с умеренной скоростью. Речь идет в любом случае об испытанных конструкциях с хорошей управляемостью. На рис. 224, а—г изображены катера с сильно обрезанным в кормовой части профилем. Они, несмотря на малую площадь пера руля, обладают высокими маневренными качествами. На рис. 224, д, е изображены относительно большие рули, поскольку площадь

бокового сопротивления создает увеличенное сопротивление сносу кормы. Руль вплотную подходит к гребному винту.

Отношение площади руля к площади бокового сопротивления

1. Катера с одним гребным винтом и одним рулем.	
Минимальная площадь для достаточной управляемости	2%
Нормальная площадь руля для удержания на курсе и маневрирования	2,5%
Рекомендуемая площадь для лучшей маневренности	3%
Увеличенное перо руля для частых задних ходов	4—5%
Наибольшая площадь руля в особых случаях	до 10%
2. Катера с двумя гребными винтами и одним рулем.	
Минимальная площадь для достаточной управляемости	2,5%
Нормальный руль для удержания на курсе и маневрирования	3%
Рекомендуемая площадь для улучшенной маневренности	4—5%
3. Катера с двумя гребными винтами и двумя рулями (сумма обеих площадей пера руля).	
Минимальная площадь для достаточной управляемости	2%
Нормальная площадь для удержания на курсе и маневрирования	2,5%
Рекомендуемая площадь руля для маневрирования	3%
Увеличенный руль для частых задних ходов	4—5%

При очень неблагоприятных формах площади бокового сопротивления надо увеличить площадь руля. Если катер должен пройти в узкости сотни метров задним ходом, то увеличением пера руля достигается компенсация не существующей на заднем

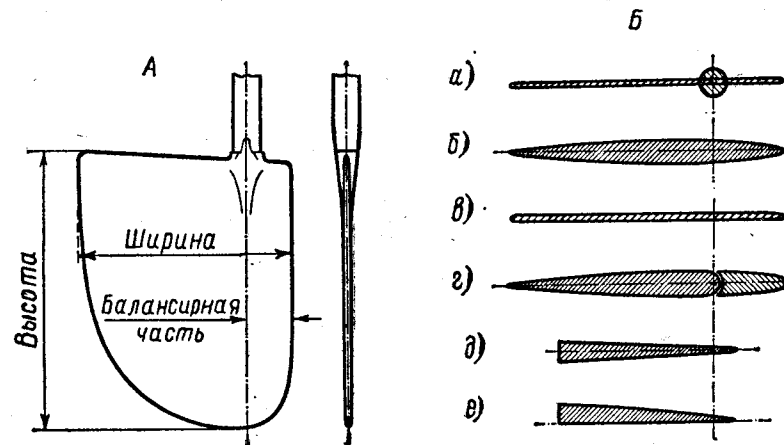


Рис. 225. Свободно подвешенное перо руля, применяемое на многих катерах и моторных яхтах (А), и профили (Б): а — устаревшего пера руля с насаженным баллером; б — узкого, эффективного профиля руля; в — пластинчатого пера руля; г — руля за стационарной наделькой; д — суперкавитирующего руля для гоночных катеров; е — руля, аналогичного предыдущему, но в форме контрпропеллера.

ходу струи от гребного винта. Удивительно, как хорошо реагирует катер на управление на заднем ходу, если перо руля увеличено до 5 или 6% площади бокового сопротивления.

Форма очертаний пера руля имеет второстепенное значение. Можно легко доказать, что узкое высокое перо руля более эффективно, чем короткое и широкое. Но поскольку сюда добавляются конструктивные соображения: диаметр баллера руля, повышенная уязвимость глубоко расположенного руля, — обычно применяют форму, близкую к квадрату. При этом необходимо следить за тем, чтобы струя от гребного винта омывала по возможности большую часть поверхности пера руля (рис. 225).

70. Балансирный руль и контрпропеллер на руле

Если часть площади руля находится перед осью вращения, то уменьшается момент, требуемый для перекалки руля. Все показанные выше рули имеют балансирные части; рули без балансирной части на катерах вообще не применяют.

Процентная часть балансирной площади должна устанавливаться тщательно и обдуманно. Ничто так не мешает, как перебалансированный руль: при малейшей невнимательности катер резко сбивается с курса. Кроме того, необходимо постоянно удерживать штурвал лишь для того, чтобы удержаться на прямом курсе.

Расчетное определение размера балансирной площади является затруднительным, так как центр гидродинамических сил пера руля не находится в одном месте. Он перемещается в зависимости от угла перекалки и расположен при наиболее часто используемых малых углах отклонения руля вблизи передней трети длины его профиля.

Другими определяющими факторами являются скорость катера, а также тип профиля руля. При очень высокой скорости часто возникает кавитация в районе пера руля. В этом случае задняя часть пера не омывается водой и вообще не работает при малых углах отклонения руля. Чем выше скорость катера и чем толще поперечное сечение пера руля, тем меньше должна быть площадь руля перед осью его вращения. Она выражается в процентном отношении к общей площади руля и называется коэффициентом компенсации. При выборе ее величины можно воспользоваться следующей таблицей:

Тип катера	Коэффициент компенсации, %
Тихоходный рабочий	25
Моторный туристский	20
Малый быстроходный спортивный	16
Гоночный	Не более 12

У очень быстроходных катеров нередко перебалансировка возникает просто из-за слишком толстой передней кромки пера руля. Благодаря этому возникает преждевременная кавитация, которая делает управляемость катера опасно ненадежной. Бывает, что катер на высокой скорости совсем не реагирует на небольшую перекалку руля. Однако при увеличенном угле перекалки и при выходе пера руля из зоны кавитации катер реагирует недопустимо резко. Достаточно соответственно заострить слишком толстую переднюю кромку, чтобы устранить этот недостаток.

На заднем ходу все рули являются перебалансированными, но не требуется специальных мер для борьбы с этим недостатком, так как скорость заднего хода обычно мала.

Перо руля расположено непосредственно в закрученном потоке гребного винта. Затраченную на закручивание энергию пытаются использовать при помощи направляющих спрофилированных поверхностей, расположенных перед рулем (контрпропеллера).

Однако выигрыш в упоре был настолько мал, что от этого отказались. Несмотря на это нельзя не учитывать условия обтекания рулевого устройства за гребным винтом. Закручивание струи винта вызывает несимметричный набегающий поток на перо руля, угол встречи которых изменяется по высоте.

Работа контрпропеллера показана на рис. 226. Вызываемый лопастью гребного винта диагональный поток нарушается пером руля (рис. 226, а). Возникает хорошо обтекаемая упорная поверхность и находящаяся под угрозой кавитации засасывающая поверхность. Если же передняя кромка пера руля или расположенный перед рулем ахтерштевень образуются таким образом, что они учитывают закручивание струи винта, образуется плавно прилегающий поток воды и улучшается действие руля.

Для высоких скоростей профиль руля часто делают несимметричным, чтобы лучше приспособить его к небольшому закручиванию струи винта. У гоночных катеров всегда образуется кавитация в районе пера руля и любое его приспособление к закручиванию струи винта способствует уменьшению кавитации.

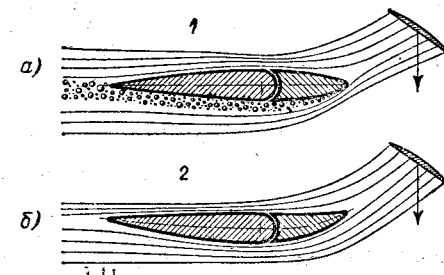


Рис. 226. Под контрпропеллером подразумевают устройство с направляющей поверхностью, которое выпрямляет закручивание струи от винта, для того чтобы образующуюся энергию преобразовать в упор. В то время как в схеме а у стороны пониженного давления возникает опасность кавитации, в схеме б струи потока располагаются равномерно по обеим сторонам пера руля.

1 — симметричный руль; 2 — руль-контрпропеллер; 3 — лопасть гребного винта.

Даже на очень тихоходных катерах рекомендуется иногда применение принципа контрпропеллера (рис. 226, б). На одном неповоротливом тихоходном катере жаловались, что ни разу нельзя было оставить штурвал без того, чтобы катер не начал сбиваться с курса. Руль был почти такой, как показанный на рис. 224, д. При осмотре на берегу не смогли обнаружить несимметричность, а также других причин, вызывающих неустойчивость на курсе. После оценки закручивания струи гребного винта к передней части руля была приделана небольшая балансирующая часть. Одновременно передняя кромка руля была заострена по принципу контрпропеллера, т. е. с боковым отклонением вверху в одну сторону и внизу в противоположную сторону. Это необходимое изменение было определено не за чертежным столом, а в натуре. Однако успех оказался удивительным: исчезло любое боковое давление на руль, катер постоянно удерживался на прямом курсе, даже если бросали штурвальное колесо.

71. Рули для быстроходных спортивных катеров

Для очень быстроходных катеров, спортивных с плоским днищем, — часто лучший выбранный руль оказывается недостаточным для надежного управления катером при движении по кривой. При чистом глиссировании катеру недостает площади бокового сопротивления для возможности поворота. Хотя катер и ложится под углом к направлению движения, но не меняет курса, а просто дрейфует в прежнем направлении лежа поперек курса.

В таких случаях необходимо искусственно создать площадь опоры, боковое сопротивление под днищем. Для этой цели применяют небольшой стабилизатор — плавник (рис. 227). Его следует устанавливать на расстоянии, приблизительно равном 60% длины по ватерлинии, считая от транца.

Катер с глубокой V-образной формой шпангоутов скорее обойдется без такого стабилизатора, однако это зависит от скорости и от кривых, которые придется описывать на гонках. На современных двухточечных гоночных катерах, которые имеют лишь очень небольшой контакт с водной поверхностью, используют два небольших стабилизатора, а именно по одному с внутренней стороны обеих точек опоры (спонсонов).

На гоночных и подобных им очень быстроходных катерах площадь руля выполняется по возможности наименьшей для снижения сопротивления. При этом бывает, что площадь руля недостаточна для маневрирования на малом ходу.

В качестве практического решения рекомендуется устанавливать углубление руля в зависимости от положения гребного вала. Если перо руля простирается вниз лишь до продолжения оси вала,

то, хотя и обеспечивается достаточная управляемость на ходу, однако маневрирование затруднено. Если углубление доходит вниз до $\frac{3}{4}$ диаметра гребного винта, то получают довольно хорошие маневренные качества; при этом предполагается примерно квадратное очертание пера руля. Лишь в исключительных случаях доводят перо руля вниз до полной глубины погружения конца лопасти гребного винта, так как при этом оно может легко получить повреждение при касании о грунт.

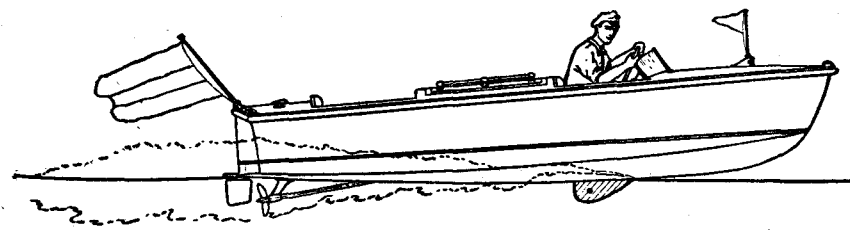


Рис. 227. Стабилизатор. У глиссирующих катеров часто наблюдалось, что из-за плоского днища они на большом ходу не могут идти по кривой, даже при большой перекладке руля. Применением стабилизатора под днищем этот недостаток устраняется.

Сделанные выше рекомендации для определения размеров пера руля не пригодны для глиссеров, так как катер при глиссировании мчится по поверхности воды, почти не касаясь ее и не имея площади бокового сопротивления. В качестве вспомогательного решения можно пользоваться следующим, хотя и не строгим, но вполне оправдавшим себя правилом. Небольшие глиссирующие катера со скоростью более 50 км/ч должны иметь площадь руля (в метрах квадратных), числовое значение которой составляет 1% общей длины катера (в метрах). Таким образом катер длиной 4 м требует площади руля, равной 0,04 м², катер длиной 8 м — 0,08 м². Если необходимы улучшенные маневренные качества, то выбирают площадь, равную 1,5% длины катера.

При действительно высоких скоростях, т. е. выше 65—70 км/ч, неизбежна кавитация у руля. Задняя часть пера руля попадала бы в таком случае в пустое пространство, благодаря чему сам по себе возникал бы перебалансированный руль. Поэтому задняя бесполезная часть пера руля просто срезается. В этом случае руль становится похожим на нож, который буксируется в воде лезвием вперед*. Так как при этом действует полная величина пера руля, можно выбрать малую площадь руля, при этом перо руля делается очень узким. Ширину выбирают обычно равной $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ высоты. Поперечное сечение пера руля значительно увеличивается у задней кромки, так что водяной поток там просто обрывается (см. рис. 225, д и е).

* Суперкавитирующий профиль.

И у этого пера руля также можно принимать во внимание закручивание струй гребного винта. Одну сторону делают при этом плоской, подобно нагнетающей поверхности гребного винта. Другая сторона имеет легкую выпуклость, увеличивающую к тому же прочность (см. рис. 225).

72. Правильный угол отклонения руля

Из крупного судостроения, а также из аэродинамики в мелкое судостроение вкралась часто обнаруживаемая ошибка. Она относится к перекладке руля, которая определяется углом от среднего положения руля на любую из двух сторон.

Крупными судами труднее управлять, так как профиль их подводной части спроектирован с учетом обеспечения устойчивости на курсе и небольшой осадки. Катера и моторные яхты чаще всего очень поворотливы, особенно если профиль их подводной части сходен с показанным на рис. 217, а.

Старое правило гласит, что угол отклонения руля не должен значительно превышать 30° . Это необходимо для того, чтобы на руле возникла благоприятная поперечная составляющая гидродинамической силы. Если испытать, например, квадратную пластину в опытовом бассейне или аэродинамической трубе, то можно установить, что наибольшая поперечная сила возникает при углах отклонения между 32 и 36° . Если угол отклонения будет примерно до 40° , то образуется завихрение воды, как показано на рис. 228. Это завихрение разрывает нормальное течение струй воды и появляется значительно меньшая поперечная сила. Поэтому понятно ограничение максимального угла перекладки руля на каждый борт значениями 32 — 36° ; в действительности такое ограничение предусмотрено на многих катерах.

Здесь речь идет о типичном случае неправильного использования правильных результатов испытаний. Это видно из рис. 229.

Если бы катер вообще не изменял своего курса или с трудом управлялся, то следовало бы действительно ограничить максимальный угол перекладки руля 36° . Однако у обычных катеров корма очень быстро реагирует на перекладку руля, отклоняясь в сторону. Благодаря этому в районе руля возникает так называемый сноса. Вода набегает на руль не от диаметральной плоскости, а притекает со стороны под углом, который зависит от более или менее быстрого дрейфа кормы. Этот угол изображен на рис. 229. Благодаря сносу или косому набегающему потоку значительно уменьшается действительный угол между водяным потоком и пером руля.

Было бы чрезвычайно просто измерить угол сноса самого катера, прикрепив к корме небольшую контрольную плоскость, которая поможет следить за приходящим потоком. У поворотли-

вых катеров легко образуется угол сноса, равный 30° и более. Этот угол сноса, прибавленный к нормальному углу перекладки руля, показывает, насколько должен быть ограничен максимальный угол перекладки руля. Из-за неразумного ограничения угла перекладки руля часто не используются имеющиеся у катеров

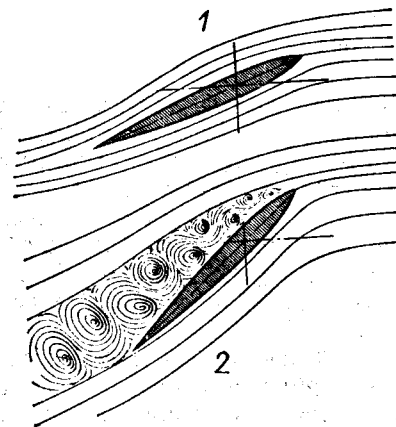


Рис. 228. Правильный угол отклонения руля. Действие пера руля эффективно лишь при нормальном обтекании его потоком. При слишком большом угле перекладки руля поток разрывается, на холостой стороне возникает завихрение, ухудшающее эффективность руля.

1 — плавный поток; 2 — срывной поток.

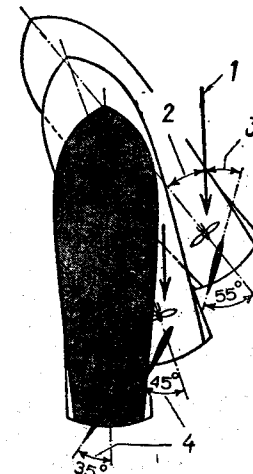


Рис. 229. Углы перекладки руля. Когда катер движется по циркуляции, возникает угол смещения набегающего потока. Он тем больше, чем меньше катер. Поэтому не следует сильно ограничивать угол перекладки руля, так как при этом можно лишиться улучшенных маневренных качеств.

1 — набегающий поток; 2 — угол дрейфа; 3 — гидравлический угол установки руля; 4 — угол отклонения руля.

маневренные качества. Если рассчитывать лишь на нормальный угол перекладки руля, равный 32° и сложенный с углом дрейфа 20° , то ограничение углов поворота руля на катере необходимо увеличить до 52° , но не 32 или 36° !

Оправдали себя следующие углы перекладки руля:

Катер	Угол перекладки руля, ...
Очень медленно реагирующий . . .	32—36
Обычный моторный	45—50
Быстро реагирующий	55—60

Однако одно это уточнение еще не гарантирует отличного управления, которое зависит также от мастерства и интуиции водителя. Если в ненужный момент резко переложить руль, то любой катер становится и рыскливым, и слишком устойчивым.

Особенно легко утратить меру на заднем ходу, в результате руль перестанет оказывать свое действие.

Правильное использование руля требует постепенного увеличения угла его перекладки в той степени, в какой увеличивается поворот катера на циркуляции. Это тоже видно на рис. 229, где показан начальный угол перекладки руля, равный 35° . Как только корма покажет отчетливое боковое перемещение, угол перекладки руля увеличивают (здесь на среднем изображении показано 45°)

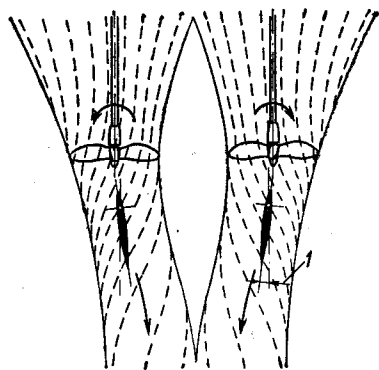


Рис. 230. Установка рулей на двухвинтовых судах. У двухвинтового судна обе струи от гребных винтов соединяются на ходу недалеко за кормой. Поэтому оба руля следует устанавливать не геометрически, а «гидравлически параллельно» один к другому.

1 — гидравлический угол установки руля.

Оба пера руля должны располагаться в потоке таким образом, чтобы быть параллельными один другому гидравлически, а не механически. Для этого необходимо знать господствующий в районе руля угол струи от гребного винта. В преобладающем большинстве случаев этот угол был равен $2-3^\circ$, но иногда составлял 4° . Следует добавить, что эти цифры не остаются постоянными у одного и того же катера, а несколько изменяются в зависимости от скорости. На малом ходу угол больше, чем на большом.

Совершенно излишне пытаться теоретически найти начальный угол установки рулей. Эту проблему решают простейшим и самым надежным практическим способом. Разъединяют связь между обоими румпелями рулей и проводят ходовые испытания, управляя одним рулем. Во время испытаний необходимо следить за тем, чтобы второй, находящийся в свободном положении руль, сам точно установился, т. е. чтобы ему не мешало трение в уплот-

нительном устройстве. После этого фиксируется соединение между обоими рулями с найденным «гидравлическим углом».

Вначале можно придавать каждому рулю начальный угол установки равным 2° для быстроходных катеров и 3° — для тихоходных, в результате чего перья рулей несколько сойдутся в задней части, как изображено на рисунке.

73. Подпорные клинья и транцевые плиты

Если катер начинает двигаться с небольшой скоростью, постепенно увеличивая ее, то он не может обладать оптимальной формой подводной части для каждого значения скорости. Поэтому катера следовало бы снабжать устройствами, с помощью которых можно было бы приспособить форму днища к соответствующему состоянию движения и дифференту. Естественно, при этом думают не о корпусе катера из резины, а также не об эластичной изменяющейся конструкции.

Для изменения формы днища применяют подпорные клинья и транцевые плиты. Подпорные клинья служат для постоянного изменения формы днища катера, например для того, чтобы путем исправления кормовой части днища добиться повышенной скорости хода. С помощью транцевых плит достигают точного приспособления к изменяющимся различным скоростям, влиянию волнения, переменной нагрузке катера.

Подпорные клинья. С тех пор как появились мощные двигатели и высокие скорости, улучшения формы днища добивались путем применения подпорных клиньев под днищем. Тихоходное судно требует плавного, «закругленного» обтекания кормы, быстроходное же развивает хороший ход тогда, когда кормовая оконечность выполнена плоской без какого-либо закругления.

На обоих рисунках видна конструкция подпорных клиньев под кормовой частью катера с округлыми обводами, а также катера с V-образными обводами (рис. 231 и 232). Подгонка таких подпорных клиньев к днищу катера с закругленной формой шпангоутов несколько сложнее.

В преобладающем большинстве случаев к днищу подгоняют и крепят при помощи болтов деревянные подпорные клинья. Их длина колеблется между 0,30 и 1,50 м и заканчивается у транца в большинстве случаев высотой от 20 до 80 мм в зависимости от размеров катера и необходимого изменения дифферента. Иногда эффективные подпорные клинья заканчиваются в корме высотой, равной 200 мм. Часто бывают удивительные результаты! Высоко задранная в небо носовая часть судна благодаря подъему кормовой части приходит в нормальное положение, всегда связанное со значительным выигрышем в скорости.

Успех, достигнутый при установке подпорных клиньев, выгрыш в скорости и улучшенный дифферент являются бесспорным доказательством того, что выполненная форма днища не соответствует ожидаемой скорости. Предусмотреть поведение

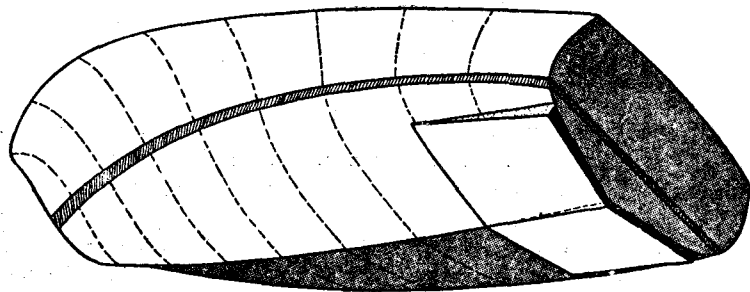


Рис. 231. Длинные подпорные клинья под днищем катера с округлыми обводами. Они предназначены для создания большей несущей поверхности в кормовой части днища, благодаря чему катер меньше изменяет дифферент.

движущегося катера еще в стадии проектирования с помощью теоретического чертежа — это искусство, которому не учат. Оно приобретается многолетним опытом и помещенная в начале этой книги глава о соответствии формы катера собственной волне

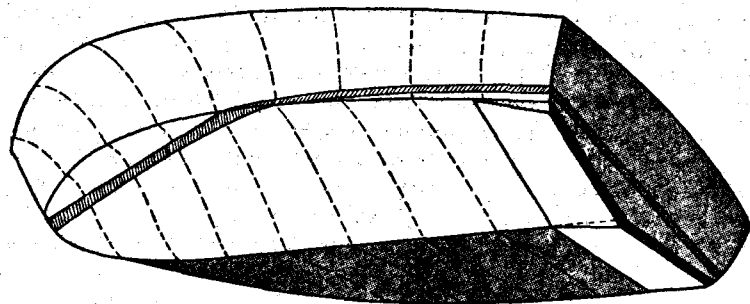


Рис. 232. Короткие подпорные клинья под днищем катера с V-образными обводами. Они служат для исправления неудачной формы днища и исключения большого дифферента на корму. При улучшении дифферента всегда повышается и скорость.

преследует цель избавить конструктора и строителя от меньших или больших ошибок. С ее помощью можно разобраться с динамикой быстроходного катера.

Если при установке подпорных клиньев различной высоты были получены благоприятные результаты, но необходимо не-

медленно заново разработать теоретический чертеж катера, внося изменения в форму днища. Накопленный опыт в изменении формы днища поможет в следующем проекте придать корме лучшую форму без установки подпорных клиньев. Так как входная кромка подпорного клина благодаря своему излому вызывает внезапное изменение направления потока, то улучшенной формой днища всегда достигают еще лучших результатов.

Очень трудная и смелая операция — много раз поднимать катер на слип, менять подпорные клинья и затем на мерной миле снова определять эффект от произведенной замены. Не говоря уже о расходах, специалист испытывает некоторый страх перед количеством отверстий для болтов, которые необходимо просверлить в днище катера⁸⁷.

Транцевые плиты. Транцевые плиты с устанавливаемым (изменяемым) углом атаки являются ничем иным, как улучшенным вариантом подпорных клиньев, угол которых может изменяться. Поскольку их легко можно приспособить к определенным условиям, они превосходят по качествам обычные подпорные клинья. Однако данные транцевые плиты не следует смешивать с регулируемыми транцевыми плитами, описанными ниже. Слово «изменяемые» в данном случае означает лишь то, что у стоящего катера можно изменять угол атаки транцевых плит.

Водитель небольшого спортивного или гоночного катера благодаря несложным транцевым плитам получает возможность найти наилучший дифферент в зависимости от нагрузки или волнения.

Немало катеров на ходу получают некоторый крен в результате вращающего момента гребного винта или из-за неблагоприятного распределения массы на борту. Если транцевую плиту на погружающейся стороне установить с несколько большим углом атаки, то можно ликвидировать кренящий эффект, возникающий на ходу катера. Калифорния является родиной специальных катеров для «гонок с ускорением». Гонки начинают на этих катерах почти из состояния «стоп», чтобы с наибольшим ускорением пройти короткую дистанцию, равную четверти мили. На катерах устанавливают транцевые плиты (их иначе называют кавитационными пластинами), проходящие от борта к борту на транце (рис. 233). В часто используемой конструкции плиты поддерживаются у транца при помощи талрепов и создают этим отличную возможность для точного регулирования угла атаки.

Последовательно находят тот очень небольшой угол атаки, который еще на какую-то долю увеличивает ускорение очень быстроходного катера и путем минимального увеличенного угла с одного борта противодействует кренящему моменту гребного винта (см. рис. 218).

Регулируемые транцевые плиты. Если талрепы, изменяющие угол установки транцевых плит, крепить не непосредственно к транцу, а к своеобразному кулачковому валику, то получаются

так называемые регулируемые транцевые плиты. Такой кулачковый вал с короткими рычажками может поворачиваться водителем при помощи рукоятки или педали. В результате резкого старта в специальных «гонках с ускорением» катер стремится вылететь вперед, что не допускается правилами гонок. Водитель предотвращает это, переводя транцевые плиты на большой угол атаки. Как только у катера устанавливается нужная скорость и выравнивается дифферент, водитель переключает рукоятку

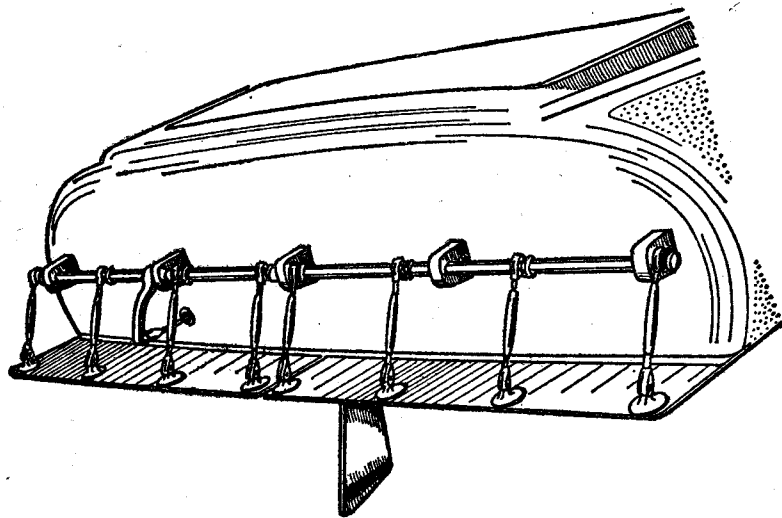


Рис. 233. Транцевые плиты специального гоночного катера. При простой конструкции верхняя точка регулирующего устройства прикреплена к транцу. Здесь это устройство связано с короткими рычагами на поперечном валу, поворачивая который во время гонок можно изменять угол атаки плит (см. рис. 98).

и уменьшает угол атаки транцевых плит. Часто плиты даже откидывают вверх, чтобы избежать касания ими воды и сопротивления трения плит.

Транцевые плиты, устанавливаемые на больших гоночных катерах, предназначенных для прибрежных и морских гонок, имеют ограниченную ширину. Обычно используют две небольшие плиты, как показано на рис. 234. Такой тип плит часто применяют также на спортивных катерах. Их регулирование может осуществляться при помощи простого рычажного механизма. Другим, еще более важным применением транцевых плит является их установка на больших и малых туристских катерах, которые в своих диапазонах скоростей сильно изменяют дифферент.

На больших катерах регулирование транцевых плит из-за возникающих значительных сил осуществляется не при помощи простого механического привода, а посредством гидравлических

цилиндров, приводимых в действие электрическим или ручным насосом. Также применяются электромеханические регулирующие устройства, у которых небольшой электродвигатель работает на ходовой винт или червяк (см. рис. 219).

В идеальном случае форма и распределение массы катера должны быть уравновешены таким образом, чтобы на максимальном ходу не требовалось никакой корректировки дифферента транцевыми плитами. Тогда плиты откидывают вверх так, чтобы они не располагались в потоке воды. При необходимости их опускают, выбирая любой угол атаки до 10° ; большие углы создают лишь ненужное торможение.

На практике не выбирают заранее определенный угол установки транцевых плит, а путем его последовательного изменения находят оптимальный дифферент или максимальную скорость. Во время этой доводки следят за показаниями тахометра. Если частота вращения двигателя немного увеличилась, без изменения положения дроссельной заслонки карбюратора, то это будет свидетельствовать о том, что найденный угол атаки транцевых плит привел к улучшению хода.

Автоматические транцевые плиты. Существуют транцевые плиты и с автоматической установкой угла атаки (рис. 235). Их действие связано с действием остроумного рычажного механизма, поддерживающего транцевую плиту и использующего давление воды на переднюю кромку плиты. Эта система обладает тем преимуществом, что не требует никакого механизма для дистанционного управления плитами, так как их угол атаки сам устанавливается в зависимости от скорости и дифферента.

Наличие в схеме верхнего рычага с регулируемой длиной позволяет индивидуально регулировать систему для любого катера.

Автоматические транцевые плиты регулируются таким образом, чтобы при наибольшем изменении дифферента катера создавать наибольшую силу поддержания. Если катер при увеличении скорости становится на ровный киль, то одновременно уменьшается угол атаки транцевых плит. Автоматика приспособлена и для движения на циркуляции, когда обе плиты получают различный угол атаки и обеспечивают лучшую остойчивость.

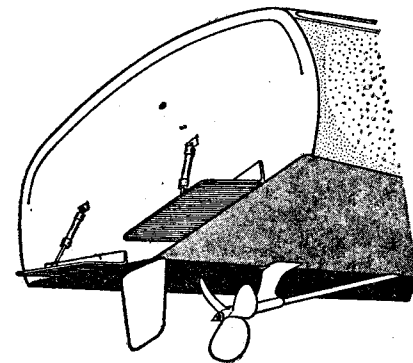


Рис. 234. Две независимые регулируемые транцевые плиты, применяемые как на гоночных катерах, так и на обычных моторных катерах и яхтах. На небольших катерах регулирование осуществляется вручную. У больших катеров оно в большинстве случаев осуществляется электрогидравлическим или электромеханическим дистанционным приводом.

Встроенные транцевые плиты. Преимущества регулируемых транцевых плит признаны также и некоторыми крупными катеростроительными верфями. Такие фирмы, как «Крис Крафт», «Хаттерас» и другие начали предусматривать у транца углубления в днище, в которые встраивают утопленные транцевые плиты (рис. 236).

Скрытое расположение транцевых плит следует считать конструктивным решением и с практической точки зрения: ничего

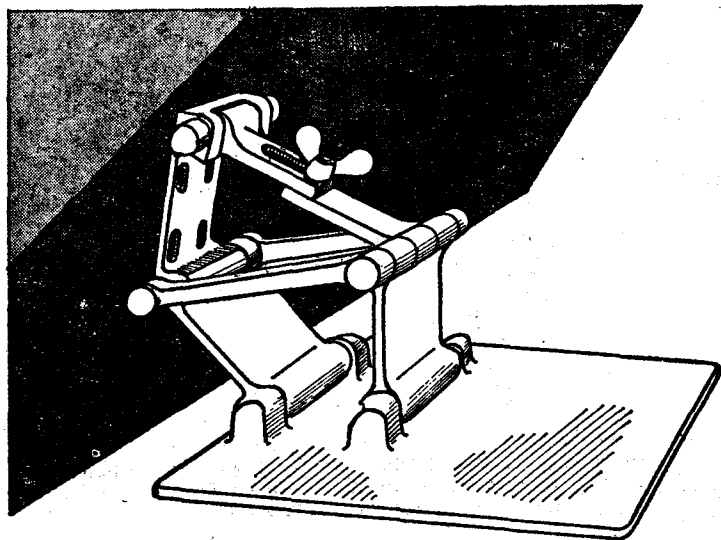


Рис. 235. Транцевая плита «Тримм селвс» с автоматической установкой угла атаки. Она работает без механизмов для дистанционного управления плитами и сама регулируется по нагрузке и скорости. Изменением длины верхнего рычага она приспособливается к особенностям катера.

не выступает за кормой, что могло бы получить повреждения на заднем ходу. Транцевые плиты не мешают закреплению тросов, швартовке шлюпок или рыбной ловле с кормы.

Выигрыш в скорости, получаемый от транцевых плит, нельзя выразить в численном виде. В отдельных случаях был установлен очень большой выигрыш в скорости. Но это лишь доказывает, что прежняя невыгодная форма катера не позволяла преодолеть горб сопротивления. Если у тяжелого катера скорость увеличится на 5%, а у легкого — на 10%, то это есть технически оправданные пределы для нормальных форм катеров с хорошим эффектом от транцевых плит.

Транцевые плиты применяют в тех случаях, когда появляется сильный дифферент, затрудняющий ход катера и обзор водителю. Их устанавливают также и на очень быстроходных катерах

на волнении, так как транцевые плиты способствуют улучшению поведения катера на ходу.

Размеры транцевых плит. Изготовителям транцевых плит необходимо предоставлять возможность выбора соответствующих наиболее подходящих размеров. Попытки точного расчета не дают

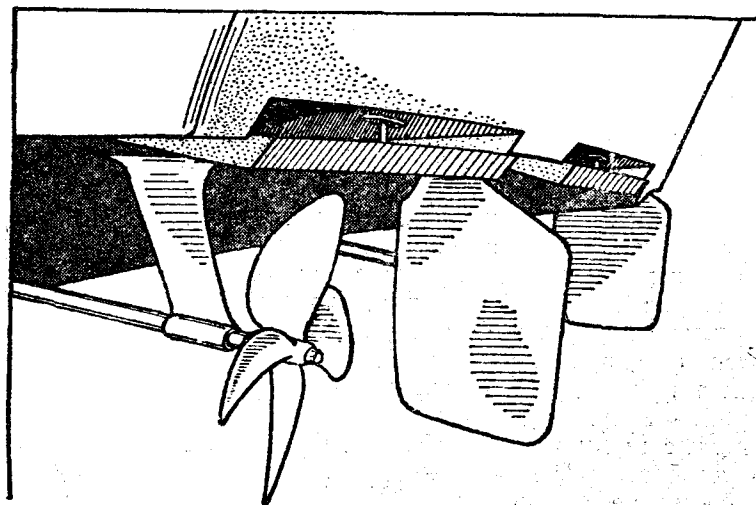


Рис. 236. Встроенные транцевые плиты «Круз Контрол» под днищем моторного туристского катера фирмы «Крис Крафт». Они могут регулироваться на ходу с поста управления. На рисунке видны две транцевые плиты, установленные с левого борта.

надежных результатов. С практической точки зрения можно рекомендовать использование следующих правил для приближенного определения размеров:

Длина от транца до задней кромки транцевой плиты:	
легкие быстроходные катера, которые незначительно изменяют дифферент	2% длины по ватерлинии
тяжелые катера, сильно изменяющие дифферент	3% длины по ватерлинии
средние обычные катера	2,5% длины по ватерлинии
Ширина вдоль транца:	
легкие быстроходные катера, незначительно изменяющие дифферент	2 плиты по $\frac{1}{5}$ наибольшей ширины по ватерлинии
тяжелые, сильно изменяющие дифферент катера	2 плиты по $\frac{1}{4}$ наибольшей ширины по ватерлинии
при очень сильном изменении дифферента	транцевые плиты во всю ширину транца при длине, равной 3% длины по ватерлинии

Транцевые плиты дают отличный пример того, как благодаря небольшим мероприятиям достигаются большие успехи. Неудивительно, что их используют даже на больших сторожевых катерах длиной 30 м и с мощностью главных двигателей 4000 л. с., несмотря на то, что их форма была установлена модельными испытаниями.

Дифферентовка при помощи водяного балласта. Требования к мореходным качествам гоночных катеров, предназначенных для прибрежных и морских гонок, обычно весьма жесткие. Ни один другой тип катеров не выполняет таких диких прыжков на волне. Неудивительно, что эти катера оборудованы регулирующими транцевыми плитами. Однако дифферент у них часто изменяют и при помощи водяного балласта.

Это кажется несколько нелепым для легких гоночных катеров, но отлично оправдало себя.

Применение водяного балласта позволяет опустить носовую часть катера и использовать инерцию балласта для уменьшения вертикальных ускорений в носовой части катера. К тому же имеется еще причина рекомендовать использование водяного балласта при гонках на большие дистанции. Катера на старте нагружены большим количеством топлива с расчетом, что достигнут цели с почти пустыми цистернами. Из-за этого значительно меняется состояние нагрузки катера во время гонок.

Наполнение балластной цистерны в носовой части катера производится обычно путем использования динамического напора воды при ходе катера. Опущенный в воду патрубок, иногда размещенный на пере руля, улавливает воду с более чем достаточным давлением для быстрого заполнения цистерны забортной водой. Простота процесса позволяет, в зависимости от нагрузки катера и курса относительно волны, заполнять или снова опорожнять цистерны.

Подвесной мотор и дифферентовка. В некоторых руководствах по обслуживанию подвесных моторов утверждается, что угол установки струбцин крепления мотора может изменить дифферент катера. Считают, что нос поднимется, если гребной вал направлен вверх, или нос опустится, если упор гребного винта будет направлен вниз.

Такое представление не соответствует действительности! Дифферентовочный эффект от упора гребного винта почти равен нулю! Регулировочный механизм для мотора имеет другое назначение, важное для хорошего хода. Пластина над гребным винтом, называемая также антикавитационной пластиной, должна точно располагаться по направлению водяного потока, чтобы не вызывать ненужного сопротивления и не подводить к гребному винту мешающее завихрение. Кроме того, она должна находиться не над водой, а слегка покрываться водой, чтобы гребной винт не терял эффективности из-за засасывания воздуха. Итак, необходимо выравнивать установку мотора, а не дифферент катера.

74. Остойчивость — необходимое условие для безопасного плавания

Множество различных качеств включает в себя остойчивость. Нередко ее ставят на один уровень с мореходностью или безопасностью. Даже профессиональные моряки допускают путаницу, считая судно остойчивым, если оно на волнении совершает медленные колебания, и нестойчивым, если судно подвержено резкой бортовой качке. Это является ошибочным определением, основанным на личных впечатлениях, так как именно резкость колебаний свидетельствует о том, что судно обладает слишком большой начальной остойчивостью.

Под *стойчивостью* понимают способность судна снова возвращаться в нормальное прямое положение после того, как оно было выведено из него под действием внешних сил. Такие внешние силы вызываются как ветром и волнами, так и другими причинами, включая центробежную силу при быстром движении на повороте.

Так как опрокидывания через нос у обычных катеров не бывает, продольной остойчивостью приходится заниматься лишь в исключительных случаях, например парусных катамаранов.

У моторных катеров продольная остойчивость никогда не бывает критической и исследуется лишь поперечная остойчивость. Поэтому, когда говорят об остойчивости, то подразумевают поперечную остойчивость.

При рассмотрении остойчивости необходимо учитывать следующее:

1) начальную остойчивость. По ней можно определить, насколько быстро или медленно катер снова возвратится в прямое положение;

2) запас остойчивости. Он показывает величину восстанавливающего момента при различных углах наклона, а также при каком крене он будет равен нулю и катер опрокинется;

3) стабилизирующее динамическое влияние движения катера на поперечную остойчивость. Оно в значительной степени проявляется при глубокой V-образной форме шпангоутов⁸⁸.

Расчет остойчивости является трудоемким и требующим много времени процессом. Поэтому при постройке моторных катеров его производят лишь в редких случаях.

Подробный расчет остойчивости, выполняемый только по чертежам, является работой, чрезмерно перегружающей техническое бюро. К тому же редко имеется действительно полный комплект рабочих чертежей до начала постройки. Лишь при использовании всех чертежей деталей и точном знании всего оборудования можно вообще выполнить сколько-нибудь правильный расчет остойчивости. Огромное количество времени и усилий должно тратиться на то, чтобы определить расчетом массу

и положение центра тяжести каждой отдельной детали и при помощи расчета моментов установить положение центра тяжести полностью готового к эксплуатации катера.

Как только катер начнет плавать, необходимость в расчетах для определения остойчивости отпадает. Девяносто процентов усилий пришлось бы предварительно затратить на то, чтобы определить точное положение центра тяжести готового катера. Эту работу заменяют одним простым замером, так называемым опытным кренованием. Если его провести с требуемой тщательностью, то положение центра тяжести определяется с непогрешимой точностью. Следует добавить, что приводимые ниже данные о положении центра тяжести были определены опытным кренованием.

Хорошо организованные верфи обычно располагают данными опытных кренований судов и катеров разнообразных размеров. С помощью опытных данных удастся с достаточной точностью заранее определить начальную остойчивость и запас остойчивости еще на стадии проектирования⁸⁹. Об относительной высоте надводного борта беспокоиться не следует. Преобладающее большинство моторных катеров обладает таким большим запасом остойчивости, что их можно считать неопрокидываемыми. Если позаботиться о водонепроницаемости надстроек, то обычный моторный катер будет пригоден для морских переходов. Следовало бы добавить, что открытые судовые спасательные шлюпки делаются непотопляемыми благодаря встроенным воздушным ящикам, пластмассовые катера — благодаря плавучести пенообразного материала, расположенного в недоступных углах. К чистой непотопляемости на моторных катерах почти никогда не стремятся⁹⁰.

75. Как велика опасность опрокидывания катера?

Различие между двумя определениями: начальной остойчивостью катера и запасом остойчивости можно показать на следующем примере. Киностудия получила в свое распоряжение от водной полиции катер с каютой для съемок сцен на реке. Киноработники не имели понятия о плавучих доках, а рулевой выполнял их требования. Подойдя к цели, оператор вместе с ассистентом и аппаратурой поднялись на крышу каюты 10-метрового катера. За ними последовали другие члены съемочной группы. Когда появилась медленная бортовая качка, на крышу каюты поднялся пятый человек. Этого оказалось достаточно, чтобы исчез последний остаток начальной остойчивости. Катер стал медленно крениться, и это продолжалось до тех пор, пока оператор вместе со своей аппаратурой и двумя помощниками не свалились в воду. В результате разгрузки снова появилась необходимая остойчивость и катер быстро выровнялся.

Вообще переоценивают встречающийся на море угол крена. Бортовая качка под углом крена 10° является нормальной. Угол крена, равный 15° , при плавании летом на моторных катерах бывает редко. Чтобы угол крена достиг 20° или более, требуется совпадение целого ряда неблагоприятных обстоятельств. Когда упомянутые киноработники свалились в воду, угол крена составил 20° .

Более сильный крен бывает у рыболовных судов в плохую погоду. При бортовой качке угол крена нередко достигает 30° и даже более.

Если сравнить характер остойчивости торговых судов и обычных моторных катеров, то получаются следующие результаты:

1. Почти все большие торговые суда являются опрокидываемыми! Они достигают своей максимальной поперечной остойчивости при угле крена $40-45^\circ$. Далее восстанавливающий момент уменьшается. Обычно он равняется нулю при угле крена между 60 и 75° , причем судно достигает точки опрокидывания.

2. Все моторные катера неопрокидываемы! Они часто достигают наибольшего восстанавливающего момента при угле крена, равном 60° , а иногда даже при 80 или 90° . Вряд ли будет достигнута нулевая точка, т. е. переворачивание при угле крена, равном 90° , если катер не будет залит через палубу водой.

Для сравнения на рис. 237 изображены обычное торговое судно «Санта Урсула» ($146 \times 18,6$ т) и моторный катер «Ариелл» ($13 \times 3,4$ т). Моторный катер имеет втрое больший надводный борт и двойную ширину. Это увеличивает как начальную остойчивость, так и запас остойчивости. Преимущество торгового судна — в абсолютных размерах. Большое судно испытывает меньше помех от волн, чем малое.

Существует широко распространенное заблуждение относительно нескольких важных условий остойчивости. Слишком часто считают, что центр тяжести системы всех масс необходимо располагать настолько низко, чтобы он находился ниже центра объема вытесненной воды, и общая масса судна была подвешена подобно маятнику к центру объема подводной части катера. Из-за поверхностного понимания условий плавания на парусных яхтах, нагруженных тяжелым балластом, расположенным глубоко под днищем судна, такая точка отстаивается.

Сравнение моторного катера с парусной яхтой неправомерно, так как он не имеет паруса. Парусная яхта должна иметь запас большой остойчивости, чтобы выдерживать сильное кренящее действие ветра и даже шторма. В противоположность этому на катер действуют ограниченные кренящие силы. Глубоко расположенный балласт на катерах является излишним. Остойчивость парусной яхты в значительной степени зависит от размеров и положения балластного киля. Она обладает преимущественно остойчивостью массы. У моторного катера остойчивость опреде-

ляется главным образом шириной и формой корпуса. При этом обладает остойчивость формы.

Не все знают, что центр тяжести катера иногда находится не ниже ватерлинии, а над ней. Несмотря на это, катер располагает очень большим запасом остойчивости, что кажется при поверхностном рассмотрении невероятным.

Здесь нет возможности более близко познакомиться с обширной областью вопросов остойчивости катеров. Критерием для нор-

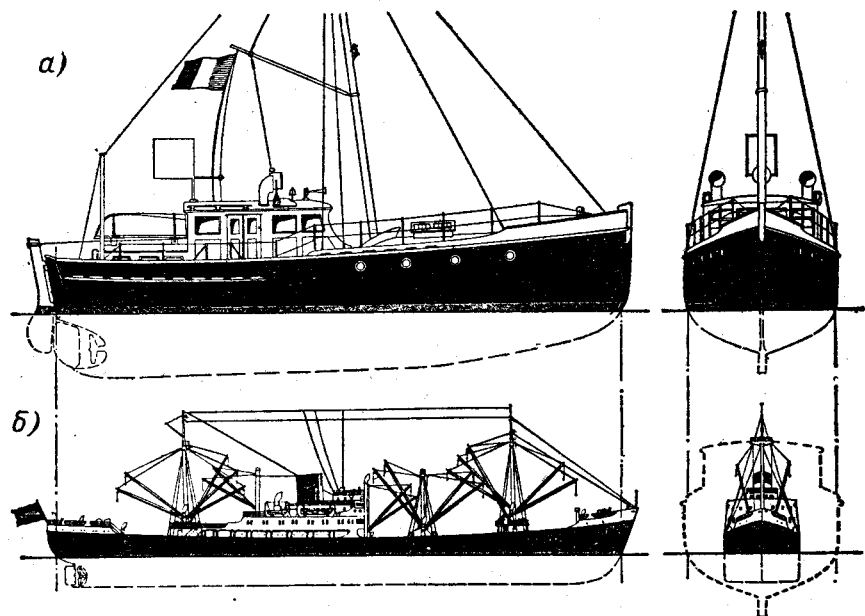


Рис. 237*. Сравнение хорошо зарекомендовавшего себя морского катера «Ариелл» (а) с грузовым судном «Санта Урсула» (б). Если сопоставить соотношения главных размерений, то окажется, что моторный катер имеет значительно большую ширину, а также весьма большую высоту надводного борта.

мального поведения моторного катера на волнении служит начальная остойчивость (рис. 238). Для оценки начальной остойчивости применяют понятие *метацентрической высоты*. Величина метацентрической высоты показывает, насколько центр тяжести полностью загруженного судна, включая людей, расположен ниже так называемого метacentра. Он расположен в точке пересечения направления силы поддержания с вертикальной диаметральной плоскостью катера при небольшом крене. Существует очень просто определяемая величина, на основании которой можно судить о начальной остойчивости. Это — период качки катера.

Каждый катер в соответствующем состоянии загрузки имеет свой собственный период качки. Бортовая качка хотя и вызывается волнами, однако катер может качаться и на тихой воде с собствен-

ным периодом качки. *Период качки* — это время в секундах между двумя последовательными наклонениями на один борт. Для его определения запускают секундомер точно в момент, когда наступил наибольший крен, например, на левый борт (рис. 239). Секундомер останавливают, когда последующее наклонение, снова на левый борт, достигает наибольшего значения. Правда, для получения повышенной точности рекомендуется всякий раз последовательно проследить за несколькими периодами качки, чтобы потом при помощи простого деления записать период двойного колебания.

Период бортовой качки и метацентрическая высота взаимосвязаны. Зная размер метацентрической высоты, можно приблизительно определить соответствующий период качки и наоборот. Ниже для катеров различной длины приведены метацентрические высоты (BC), которые хорошо оправдали себя на практике.

Моторный катер	BC, м	\sqrt{BC}
10-метровый	1,00	1,00
15- »	0,90	0,95
20- »	0,80	0,89
30- »	0,75	0,87

Соответствующий период бортовой качки можно затем определить по приближенной формуле.

Период бортовой качки $t = \frac{B}{\sqrt{BC}}$, где t — время для одного полного периода, с; B — ширина судна по ватерлинии, м.

В качестве примера рассчитаем период бортовой качки 10-метрового моторного катера шириной по ватерлинии 2,80 м, а также 30-метровой моторной яхты шириной по ватерлинии 6,00 м. Величину \sqrt{BC} находим выше в последней колонке. Итак, рассчитываем:

$$10\text{-метровый моторный катер: } t = \frac{2,80}{1,0} = 2,8 \text{ с;}$$

$$30\text{-метровая моторная яхта: } t = \frac{6,00}{0,87} = 6,9 \text{ с.}$$

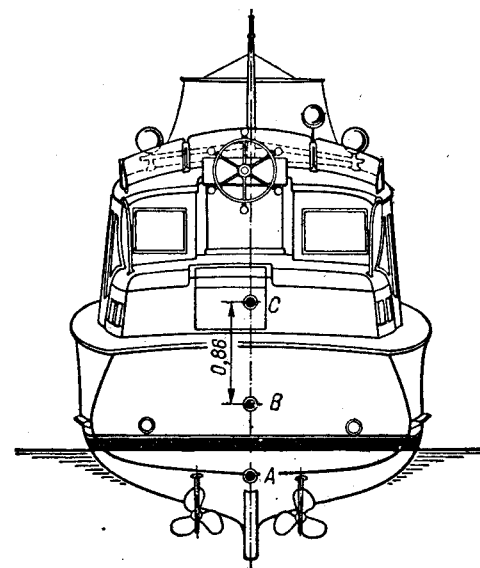


Рис. 238. Оценка остойчивости катера по взаимному расположению трех точек А, В и С. Расстояние BC называется метацентрической высотой и равно в данном случае 0,86 м. Положение точек А и С определяют по теоретическому чертежу, точку В лучше всего определить путем опытного кренования.

А — центр величины подводной части катера; В — центр тяжести катера; С — положение метacentра.

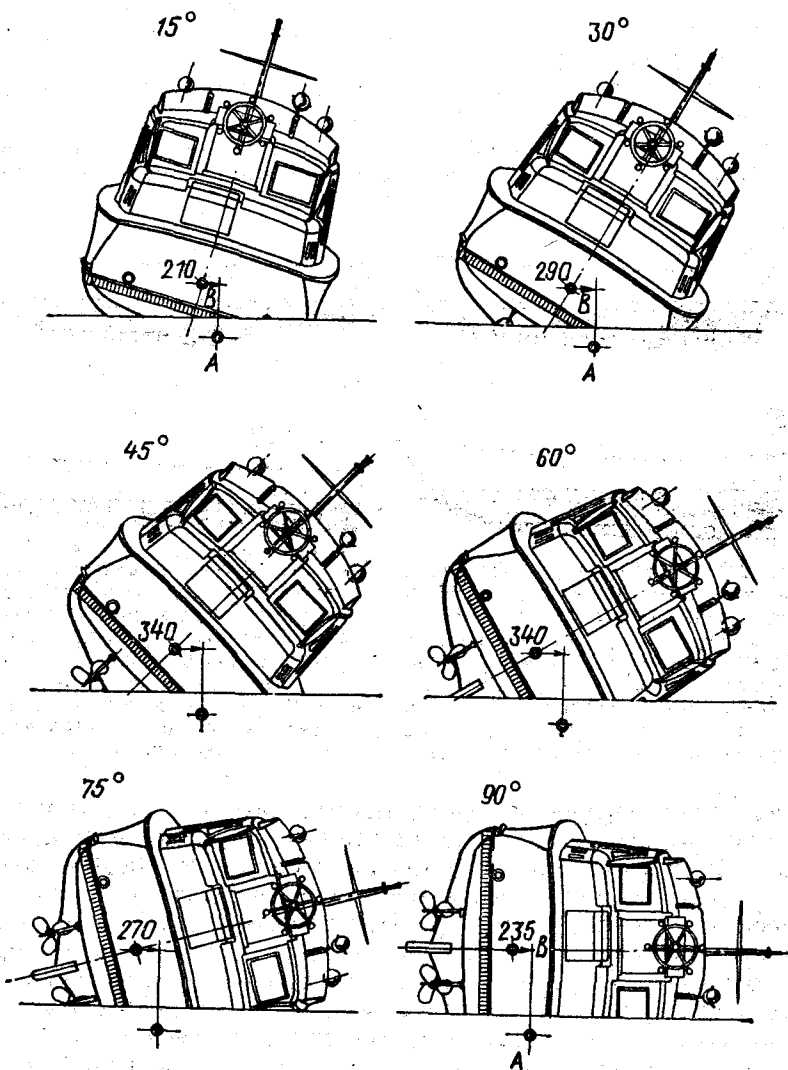


Рис. 239. Перемещение центра величины в сторону крена и образование восстанавливающего момента при начинающемся крене. Сила поддержания при крене 15° работает на плече 210 мм. Пока центр тяжести располагается слева от линии силы поддержания, катер обладает положительной остойчивостью. Она сохраняется здесь даже при крене 90° . При таком запасе остойчивости катер считается неопрокидываемым.

Если период бортовой качки окажется очень малым, то катер обладает чрезмерно высокой начальной остойчивостью. На тихой воде это не имеет значения, а также не особенно мешает при коротких переходах на умеренном волнении.

Если катер имеет большой период бортовой качки, то его начальная остойчивость слишком мала, даже может быть опасно малой. Такие сомнительные данные об остойчивости необходимо лучше всего проверить у специалиста. Даже на обычных внутренних водных путях имеются катера, обладающие опасно низкой остойчивостью, а именно узкие катера, оборудованные слишком высокими надстройками.

Вышеуказанная упрощенная формула для определения периода бортовой качки дает лишь приближенные данные. Ее ни в коем случае нельзя использовать для точного определения метацентрической высоты, так как не учтено, например, влияние увлекаемой при бортовой качке массы воды, зависящей от формы подводной части судна, дейдвуда и выступающих частей корпуса. Однако при опытном креновании метацентрическая высота, а также положение центра тяжести определяются с высокой точностью. Определяя опытным кренованием метацентрическую высоту и положение центра тяжести у больших катеров, одновременно замеряли и период бортовой качки. Оказалось, что поправочный коэффициент для формулы периода бортовой качки настолько близок к единице, что им можно пренебречь. В результате стало возможным предложить читателю упрощенный расчет периода бортовой качки.

76. Внутренний балласт для увеличения остойчивости

В некоторых гаванях, предназначенных для яхт и расположенных на побережье, придерживались обычая загружать моторные катера дополнительным внутренним балластом для улучшения их мореходных качеств, т. е. хотели сделать их более остойчивыми. Эти мероприятия обычно осуществляются чисто интуитивно или основываются на следующем:

- 1) если парусным яхтам необходим большой балласт, то небольшой балласт должен быть полезен и моторному катеру;
- 2) очевидно, верфь не предусмотрела балласта в целях экономии расходов;
- 3) катер без балласта на волнении не может хорошо и надежно зарекомендовать себя;
- 4) почти все катера в клубе плавают с внутренним балластом, следовательно, в этом что-то есть!

Внутренний балласт на катере с нормальным соотношением длины, ширины и осадки дает лишь единственный эффект —

увеличивает массу катера, благодаря чему он в любом случае становится тихоходней.

Будет ли достигнуто более приятное поведение катера на волнении при некотором увеличении инерции масс, неизвестно, хотя и не невозможно. Можно и ухудшить поведение катера на волнении, так как тяжелый катер принимает на себя больше водяных брызг. В любом случае при ничтожной разнице в поведении на волнении потеря в скорости является вполне реальной и измеримой.

Желаемого увеличения начальной остойчивости размещением внутреннего балласта в междудонном пространстве обычно не достигают. Правда, центр тяжести катера опускается на какую-то долю ниже, но одновременно увеличивается водоизмещение, и метацентр перемещается вниз примерно настолько, насколько переместился вниз центр тяжести. В большинстве случаев влияние внутреннего балласта на начальную остойчивость равно нулю!

В тех случаях, когда легкий катер имеет слишком малую осадку и, используя внутренний балласт, может ее увеличить при увеличении и ширины по ватерлинии, можно рекомендовать его применение.

Установка внутреннего балласта исследовалась до сих пор с точки зрения возможного улучшения начальной остойчивости и влияния на ощущения людей, находящихся на борту. Однако, если использовать эффект от установки балласта при увеличенных углах крена, то можно отметить повышение запаса остойчивости. Катер, который был опрокидываемым, может при установке внутреннего балласта стать неопрокидываемым. Это высказывание в большей степени является теоретическим умозаключением, чем практическим соображением!

Уже было сказано, что углы крена, превышающие 20° , встречаются редко. При этом поведение катера зависит от начальной остойчивости. Повышение же запаса остойчивости становится заметным лишь при наклонениях, равных 60 или 80° . Но если такие большие углы крена должны были в действительности когда-нибудь возникнуть, то внутренний балласт не дает выигрыша.

Едва ли найдется на море нечто более скверное, чем незакрепленный внутренний балласт при сильном крене. В этом случае он быстро перемещается в сторону крена и опасно увеличивает кренящий момент.

Кроме того, незакрепленный балласт нередко наносит повреждения внутри катера. Были случаи, когда он даже пробивал днище катера! Он становится особенно опасным в том случае, если катер сел на мель и под действием волн поднимается и снова резко опускается на грунт. Поэтому если нет необходимости, следует обязательно отказаться от использования незакрепленного внутреннего балласта.

77. Катер

в условиях волнения на море

Любое судно, плывущее по взволнованному морю, совершает два хорошо различимых вида колебаний: подъем и опускание носовой и кормовой частей судна — *килевая качка*, а также переменное наклонение на один или другой борт — *бортовая качка* (рис. 240). Указанные колебания, хотя и протекают независимо друг от друга, превращаются в свободное движение. Одновременно происходит еще и третье, менее заметное колебание:

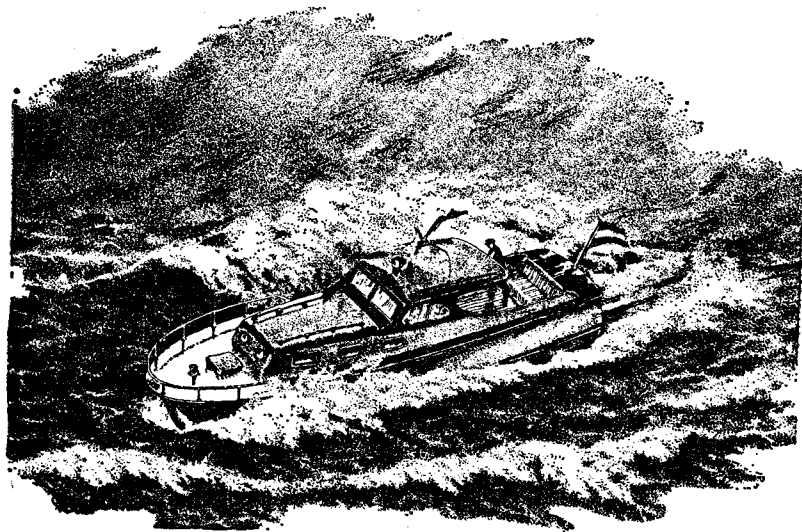


Рис. 240. Туристский катер типа «Диана» (длина 10 м) при переходе во время бурного прибоя перед входом в гавань.

общий подъем и опускание судна, называемые *вертикальной качкой*. Все эти колебания вызываются морскими ветровыми волнами или мертвой зыбью.

Каждое судно обладает своими собственными периодами бортовой и килевой качки. Если волны набегают с борта или под углом к судну в такие промежутки времени, которые совпадают с периодом бортовой качки судна, то амплитуда качки от каждой вновь набегающей волны увеличивается до предела (см. рис. 240). Сказанное относится и к килевой качке (см. рис. 209—212).

При значительной разнице между периодическим воздействием волны и периодом бортовой или килевой качки судна качка может не усиливаться. Едва возбуждается собственное колебание, как от следующей волны, благодаря ее действию, оно затормаживается.

Если понаблюдать за гребнем волны, бегущим в непосредственной близости от судна (параллельно его курсу), через несколько секунд обнаружим, что гребень волны исчез. Каждая отдельная волна имеет лишь ограниченную продолжительность и очень короткий срок существования. Едва она распадается, как заменяется другой, вновь образовавшейся волной, которая возникает не в том же самом месте, а на небольшом удалении.

Эти кажущиеся бессистемными изменения игры волн, за которыми невозможно уследить, происходят с поразительной, обусловленной законами природы регулярностью. Если гребень волны распространяется лишь на 10 или 20 м, то почти следом за ним идет точно такой же следующий гребень. Расстояние между ними считают длиной волны, и их колебания происходят по тем физическим законам, которые уже были рассмотрены при волнообразовании движущегося судна. Длина волны $L_B = 0,64v^2$, (где v выражается в м/с), а скорость движения волны $v = 1,25\sqrt{L_B}$.

Очень часто длину волны на море можно определить с достаточной точностью, если направления движения катера и бега волны совпадают. Длину катера принимают как масштаб к определению длины волны. Нетрудно измерить длины волн, равные 20, 30 или даже 40 м, при длине катера 8, 12 или 20 м. В таком случае достаточно быстрого расчета для того, чтобы определить скорость распространения волны, а также ее период. Он имеет значение, если катер стоит на якоре, так как при этом катер испытывает действие волн в промежутки периода волны. Он выражается в секундах: $t = 0,8\sqrt{L_B}$.

78. Волнение и морская болезнь

Морской переход при легком ветре и на тихой воде или при умеренном волнении доставляет большое удовольствие. Однако при плохой погоде колебания катера становятся настолько резкими, что для большинства людей удовольствие превращается в страдание, особенно если они подвержены морской болезни. Восприимчивость к ней является индивидуальной, независимой от возраста и комплекции.

Морская болезнь вызывается постоянными подъемами и опусканиями, точнее говоря, постоянно меняющимися ускорениями и замедлениями. К этой, чисто физической причине добавляется еще другая — психологическая и наконец третья — усталость.

К страху и изнеможению следует отнестись со всей серьезностью. Зрительно наиболее сильно действует бортовая качка судна. Если посмотреть через иллюминатор на море, то уже при бортовой качке, равной лишь 5° , создается впечатление, что горизонт сильно поднимается в высоту, а затем снова глубоко

опускается. Такое чисто эмоциональное восприятие приводит к тому, что бортовой качки боятся больше, чем килевой.

При килевой качке возникает резкая разница в ускорении и замедлении. Ее влияние в оконечностях судна — наибольшее (в носовой части сильнее, чем в кормовой) и в средней части судна — наименьшее. Наиболее спокойная зона расположена между $1/4$ и $1/3$ длины судна, считая от кормы.

По-другому обстоит дело с бортовой качкой. Угол крена в носовой, средней и кормовой частях судна одинаков и его не-

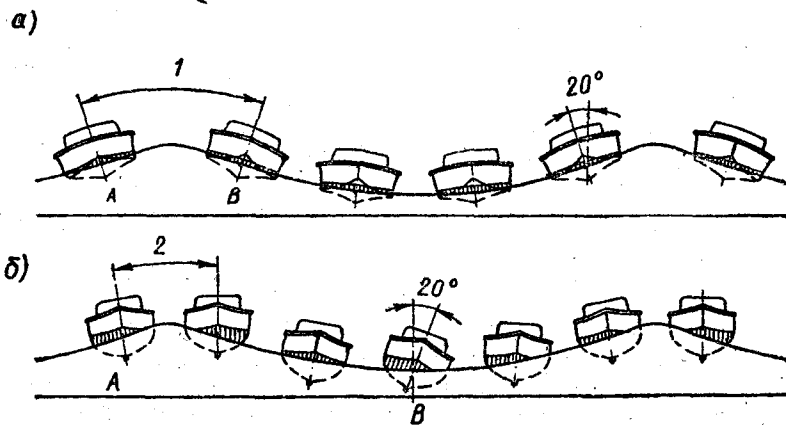


Рис. 241. Катер с высокой (а) и умеренной (б) начальной остойчивостью на волнении. Высокая начальная остойчивость образует резкую и быструю бортовую качку. При уменьшенной начальной остойчивости бортовая качка становится медленной и мягкой. Расстояние от А до В показывает время, необходимое для одного полного размаха.

1 — бортовая качка резкая — жесткая; 2 — бортовая качка медленная и мягкая.

возможно уменьшить (рис. 241). Отрезок пути, возникающий при бортовой качке, становится тем больше, чем выше находится на судне. К сожалению, это является слабым утешением для страдающих морской болезнью: именно наверху на палубе они смогли бы подставить свои лица свежему, так необходимому им воздуху.

Восприимчивым людям лучше всего оставаться там, где они меньше всего подвержены колебаниям судна, а именно, по возможности дальше в корме на самой низкой палубе. Для того чтобы можно было лежать или даже спать, необходимо предусмотреть койки в последней трети (наиболее спокойной) длины судна.

Наиболее эффективными мерами для борьбы с приступами морской болезни являются свежий воздух и занятие какой-либо полезной деятельностью.

Плавание при сильном волнении. Во время плавания обычно можно влиять на периодичность воздействия волн путем изменения

курса. Наиболее неприятная бортовая качка возникает, если судно расположено лагом к волне. При отклонении от этого курса на 45° периодичность действия волн изменится и их удары смягчатся.

Аналогичные или несколько другие условия существуют и при килевой качке. Если идти против волны, то волны в быстрой последовательности действуют на катер спереди. Одновременно ветер пронесит через катер пену и брызги. Переход может быть очень неприятным, так как даже при волнах, набегающих точно с носа, никогда не возникает чистой килевой качки. Ей всегда сопутствует бортовая качка.

Если идти противоположным курсом и «убегать от волны», то плавание становится удивительно спокойным. Кажется просто неестественным, как обычный катер входит в подошву волны и насколько уменьшается бортовая и килевая качка. Даже опасные, набегающие с кормы, волны просто проходят под килем, не сбивая катер с курса, не погружая нос в воду и не заливая ют. Сказанное относится к большинству летних переходов по морю на обычных и разумно построенных катерах при волнении моря и ветре силой 7 или 8 баллов⁹¹.

Если попасть в действительно сильный шторм, то лучше всего воспользоваться опытом парусных судов и лечь в дрейф.

По сравнению с парусными яхтами моторные катера обладают рядом преимуществ. Если подрабатывать машиной на умеренном ходу, то можно поддерживать достаточную управляемость без движения вперед и удерживания катера против ветра и волны. Такой дрейф может длиться в течение многих часов при относительно спокойствии и безопасности.

В случае плохой погоды многие катера ведут себя лучше, чем парусные яхты.

При среднем волнении можно сделать неприятное поведение катера приятным. Если на борту находится человек, страдающий морской болезнью, то он может различать, кто из водителей-рулевых стоит у штурвала. Рулевой А держит курс настолько хорошо, насколько это возможно. Как только катер пытается уйти с курса, он резко переключает руль, чтобы снова лечь на курс. Рулевой В дает катеру немного уклониться и медленно, немного переключая руль, снова возвращается на курс. Рулевой С заранее предусматривает каждую волну и ее действие на катер. Он заранее слегка переключает руль, предупреждая действие волны.

Для страдающего морской болезнью поведение катера в таком случае выглядит так: вначале он хочет, чтобы как можно скорее кончилась вахта рулевого А, так как В помогает лучше перенести качку. Однако, когда наступает очередь С, он испытывает настоящий отдых.

Как видно, достаточно правильного управления, чтобы катер хорошо вел себя на волнении. Установлено, что качка зависит

не только от курса и волнения, но в значительной степени от интуиции и знаний водителя. Помимо этого техника создала ряд устройств для успокоения бортовой качки катера. Если объединить их с рулевым С, то даже при исключительно плохой погоде будет обеспечено приятное, доставляющее удовольствие плавание по морю.

Все чаще наблюдают, что размер катера имеет лишь небольшое влияние на самочувствие экипажа на волнении. Тот, кто на 10-метровом катере страдает приступами морской болезни, на 20-метровом катере будет чувствовать себя не лучше. Имеется достаточно спортсменов, которые на небольших моторных катерах меньше страдали от морской болезни, чем на большом пассажирском судне⁹².

79. Размеры морских волн

Моторный туристский катер «Эксплоратор» длиной 14 м на волнении (рис. 242) изображен с максимальной достоверностью на основании критических наблюдений (исключено любое преувеличение, любое эмоциональное усиление). Длина и высота волны были точно определены путем неоднократно повторяемых наблюдений в сравнении с длиной судна и высотой его надводного борта. Таким же образом измерены и оценены погружение носа, оголение гребных винтов, как и вообще учтена вся картина поведения катера на волнении. Чертежи и измерения этого туристского катера указаны в соответствующей главе (см. рис. 95).

Плавание катера осуществлялось в Южной Атлантике вне пределов течения Ла-Платы при юго-западном ветре, который дует с моря прямо на Ла-Плату и поэтому считается очень неприятным. На рис. 242 изображен катер «Эксплоратор», испытывающий килевую качку от ветра силой 6 баллов.

Летом 1960 г. представилась возможность сравнить плавание по Ла-Плате с поведением катера в Балтийском море при аналогичных условиях погоды. Это произошло в связи с северным ралли моторных катеров в Або (Финляндия), для чего катер был отправлен на грузовом судне из Буэнос-Айреса в Роттердам.

При переходе из Киля в Або мы часто находились в условиях, аналогичных показанным на рис. 242, а иногда даже в худших. В одном датском порту мы получили совет от моряка, плавающего на паруснике, отложить выход в море. Нас предупредили о плохой погоде и очень сильном волнении. Но поскольку экипаж был опытным, не страдающим морской болезнью, нам удалось получить сравнительные данные, относящиеся к волнению.

Вывод: при одинаковых ветровых условиях и аналогичной протяженности открытого участка моря не существует никакой разницы в волнении. При этом безразлично, идет ли речь о Бал-

тийском море, внешнем районе Ла-Платы или каком-либо другом районе.

Между плаванием на попутной волне и против волны существует большое различие, которое можно выразить цифрами. К длине волны 25 м относится период волны, равный $0,8 \cdot \sqrt{25} = 4$ с.

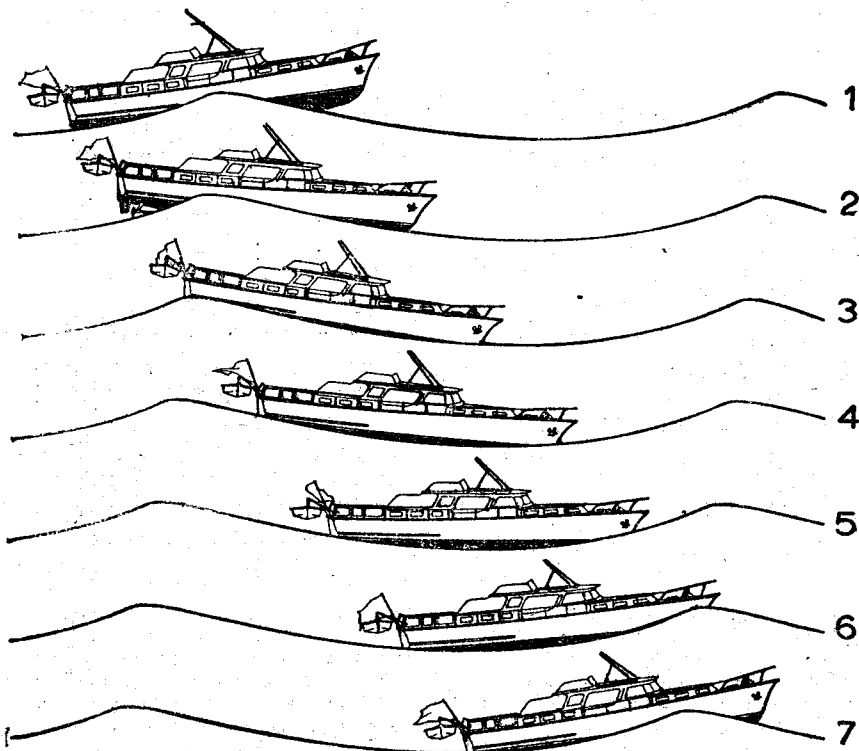


Рис. 242. Туристский катер «Эксплоратор» (длина 14 м), испытывающий килевую качку на волнении от ветра силой 6 баллов. Необходимо обратить внимание на то, что при килевой качке между положениями 1 и 2 гребные винты иногда оголяются. Благодаря запасу плавучести носовая часть катера не входит в волну. Такой ход на волнении не опасен и оставляет приятное впечатление.

Если катер стоит на якорю, то он через каждые 4 с встречается с проходящей волной. При движении вперед со скоростью, равной половине скорости волны, т. е. 11 км/ч, катер будет попадать на гребень волны почти через каждые 2 с. Если катер для более спокойного плавания развернется и ляжет на попутную волну, то картина радикально изменится. В случае следования в направлении волны с половинной скоростью, равной 11 км/ч, волна будет догонять кормовую часть катера примерно через каждые 8 с и плавание станет значительно спокойнее. Если катер

был бы в состоянии идти со скоростью, равной скорости волны, т. е. 22 км/ч, то волна вообще не действовала бы с кормы. Хотя катер и ощущал бы бортовую качку из-за неравномерной и меняющейся поверхности воды, однако находился бы в спокойном, содействующем отдыху экипажа плавании.

На графиках, изображенных на рис. 243 и 244, показаны высоты и длины обычных морских волн в зависимости от трех

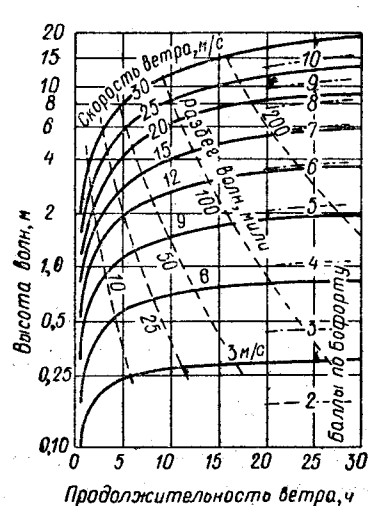


Рис. 243. Зависимость высоты волны от силы ветра и его продолжительности. Несмотря на кажущуюся неравномерность волнения можно определить средние размеры волн. Однако высота волны стабилизируется временем.

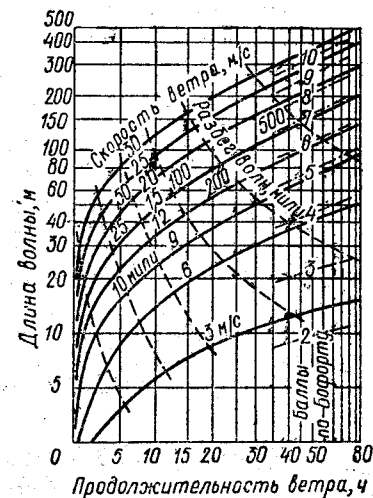


Рис. 244. Зависимость длины волны от силы ветра и его продолжительности. В противоположность высоте волн их длина постоянно возрастает с увеличением продолжительности действия ветра.

характеристик: силы ветра, продолжительности действия и размеров свободного участка моря. Они заимствованы из работы норвежского океанографа Свердрупа, который обработал большое количество опытных данных. Ему удалось установить средние значения этих характеристик, которые с достаточной точностью воспроизводят действительные условия.

Рассмотрение диаграмм показывает, что продолжительность ветра должна быть не менее 5 ч, прежде чем возникает волнение с высотой волн, близкой к соответствующей силе ветра. При более длительном действии ветра высота волн еще несколько увеличится, однако достигнет своего предела примерно при 30-часовом действии (при умеренной силе ветра — раньше, при большой силе — позже).

Помимо скорости ветра, указанной в метрах в секунду, на рис. 224 приведена сила ветра по шкале Бофорта. Пользование диаграммой поясним с помощью примера.

В течение 5 ч господствует ветер силой 6 баллов. В таком случае необходимо рассчитать высоту волны, равную в среднем 2 м. При этом, правда, предусматривается открытый участок моря протяженностью не менее 25 морских миль, охваченный действием ветра до того, как он достигнет наблюдаемого моста. Если ветер имеет силу 4 балла, то высота волны, равная 1 м, появится только через 20 ч действия ветра и едва ли увеличится при более продолжительном его действии.

Длина волны определяется аналогичным способом. Следует отметить, что длина волны непрерывно увеличивается при неизменном действии ветра. Так, при силе ветра 6 баллов образуются следующие длины волн: через 5 ч действия ветра — 25 м, через 10 ч — 36 м, через 25 ч — 70 м и спустя 80 ч — 150 м.

80. Успокоение качки на моторных катерах

Когда парусные суда для перевозки пассажиров были заменены пароходами, безопасность плавания повысилась, но исчезло успокаивающее качку действие паруса. С помощью паровой машины был действительно найден привод, более надежный, чем сила ветра, но качка судна усилилась и вредила самочувствию пассажиров.

Поэтому уже с началом развития судоходства искали средства для успокоения бортовой качки. Многочисленные крупные суда — грузовые и пассажирские, военные корабли и рыболовные траулеры — были оборудованы успокоительными боковыми килями. Стабилизации пытались достигнуть с помощью огромных гироскопов; устанавливались так называемые успокоительные цистерны. С недавних пор стали применять управляемые боковые рули, выступающие в обе стороны под водой из корпуса судна. Они настолько хорошо зарекомендовали себя, что теперь едва ли строят какое-либо пассажирское судно без этих рулей.

Боковые кили применяют и на туристских катерах, и на моторных яхтах. Проводились исследования по использованию успокоительных цистерн; хотя и можно было ожидать положительного результата, однако практическое использование их на моторных яхтах неизвестно.

Стабилизирующее парусное вооружение. Для того чтобы уменьшить колебания судна, подвергающегося бортовой качке на волнении, необходимо приложить к корпусу судна какие-то силы. При установке успокоительных цистерн они состоят из сил инерции. Иногда используют сопротивление воды при бортовых килях и боковых рулях. Однако парусное вооружение возвращает к давно испытанному успокоению бортовой качки на парусных судах.

Паруса для успокоения бортовой качки характеризуются тремя признаками: 1) не подвергаются влиянию волнения, а ра-

ботают в воздухе, благодаря чему исключена возможность возникновения резонанса; 2) они реже образуют дополнительное сопротивление движению, и наоборот, чаще создают некоторую полезную тягу; 3) они не могут использоваться при ходе строго против ветра.

Использование парусного вооружения прежде всего радует моряка, но моторный катер со стабилизирующим парусным вооружением не становится парусно-моторным судном, так как

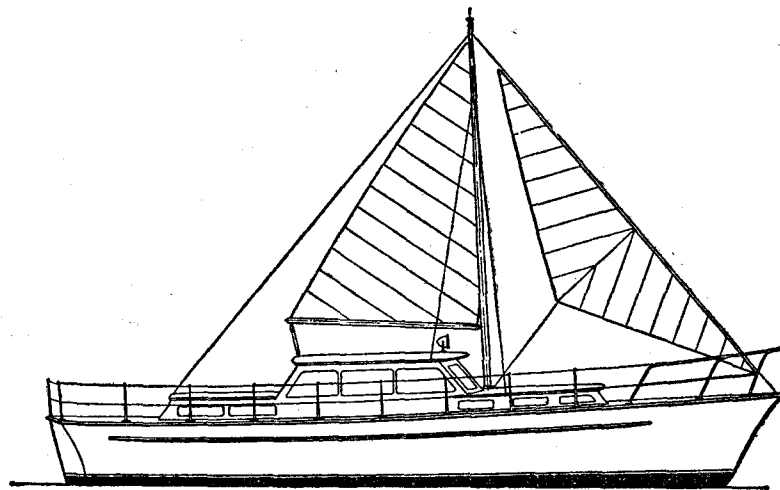


Рис. 245. Моторный туристский катер длиной 12,5 м. Катер снабжен парусами площадью 13 м². Они состоят из грота площадью 7,3 м² и стакселя площадью 5,7 м². Высота мачты над ватерлинией 7,60 м. Опорное парусное вооружение является хорошим способом успокоения бортовой качки.

без помощи двигателя лишь со стабилизирующим парусным вооружением он двигаться не может.

Существует целый ряд способов установки стабилизирующего парусного вооружения на моторном катере. При этом прежде всего надо различать, хотят ли лишь успокоить бортовую качку при работающем двигателе или хотят использовать стабилизирующее парусное вооружение в качестве запасного привода в случае аварии двигателя. К сожалению, моторные катера часто имеют лишь декоративные мачты, на которых нельзя установить парусное вооружение.

Если установить стационарную мачту перед мидель-шпангоутом и хорошо укрепить ее штагами, то можно получить эффективное устройство (рис. 245). Здесь предусмотрен даже прочный ахтерштаг, так что направленные вперед силы хорошо воспринимаются мачтой. Это особенно полезно для стакселя, который с его помощью можно туго натянуть. Благодаря применению

двух парусов — грота и стакселя — можно иметь мачту с уменьшенной высотой.

Изображенный на рис. 245 грот действует с помощью гика, а работающий шкот грота прикреплен к задней части рулевой рубки. Такие паруса, впрочем, используются и без гика, но при этом необходимо иметь иной покрой паруса.

Другое расположение опорного парусного вооружения показано на рис. 246. При этом речь идет о катере аналогичной вели-

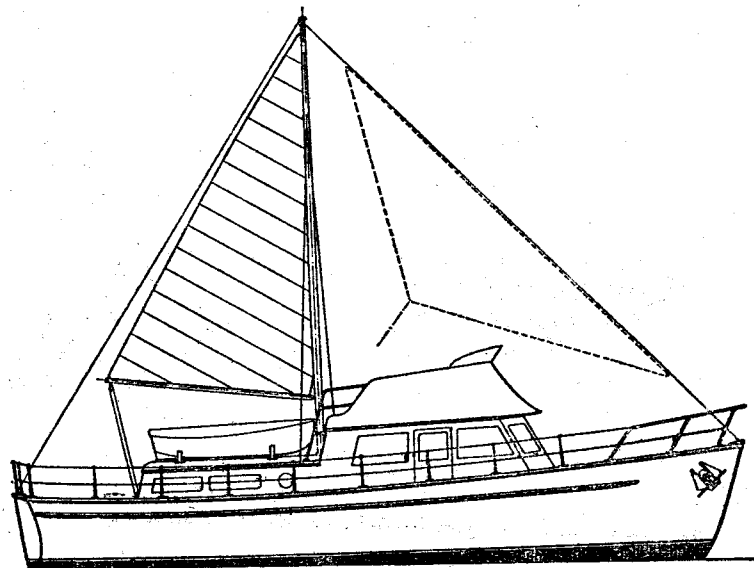


Рис. 246. Туристский катер длиной 12,5 м, у которого все опорное парусное вооружение состоит из грота, чтобы не перегружать длинный форштаг. Однако при килевой качке от легкого бриза там можно установить стаксель. Грот 10,2 м², стаксель 7,5 м². Высота мачты над ватерлинией 9 м.

чины, который предназначен для длительных морских переходов. Наличие мостика требует перемещения мачты к корме, где она одновременно служит для спуска на воду или подъема бортового тузика с помощью гика.

Этот катер имеет более высокую мачту и увеличенную площадь парусов, которые используются также для успокоения бортовой качки.

Если после продолжительного шторма на море наступает штиль, то суда еще долгое время испытывают качку на так называемой мертвой зыби. В таком случае рекомендуется применение увеличенной площади парусов, чтобы при отсутствии ветра еще несколько уменьшить бортовую качку. Штормовой стаксель, закрепленный на длинном форштаге, оказывается в таком случае

полезным (он изображен на рисунке). При увеличивающемся ветре можно стоять долго, пока сам по себе не наступит момент, требующий уменьшения парусов. Настоящий стаксель при плохой погоде применять нельзя, так как длинный форштаг плохо выдерживает возникающие большие силы.

Боковые кили. Боковые кили — это прочные, прикрепленные к корпусу судна пластины, проходящие под водой в наиболее

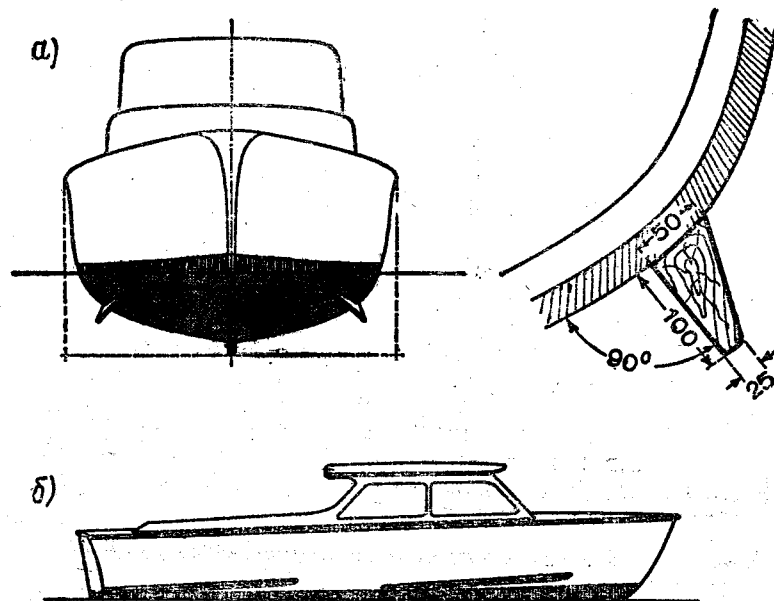


Рис. 247. Боковые кили (а), широко используемые как на крупных судах, так и на рыболовных ботах и малых туристских катерах. Надводные бортовые планки (б), иногда применяемые на небольших удлиненных катерах.

широком месте скулы на значительной части длины катера от носа до кормы (рис. 247). Они используются на судах, плавающих в беспокойных водах (от самого большого военного корабля до малого рыболовного бота), а также часто на катерах и больших моторных яхтах, так как представляют собой несложный и дешевый способ успокоения бортовой качки. В настоящее время кили не пользуются хорошей репутацией, так как возникает дополнительное сопротивление движению на тех или иных скоростях. На тихоходных катерах с плавными обводами увеличение сопротивления незначительно и именно на таких катерах достигается хорошее успокоение качки. На быстроходных, широких, полуглиссирующих катерах боковые кили создают большое дополнительное сопротивление, а их успокаивающее действие становится менее значительным.

Боковые кили устанавливаются как можно точнее по направлению потока воды. Определить точное направление водяного потока можно в опытном бассейне. Однако, не говоря о расходах, связанных с испытаниями, если будет обнаружено, что поток не отклоняется в зависимости от скорости, то на тихоходных катерах можно ставить длинные бортовые кили, превышающие половину длины судна по ватерлинии. На сравнительно быстроходных судах бортовые кили делают соответственно короче. На туристских катерах со средней скоростью используют короткие, но зато несколько более широкие бортовые кили.

Длина бортовых килей	% длины по ватерлинии
Тихоходные катера	50—60
Наиболее употребляемая длина	40
Быстроходные катера	15—25
Туристские катера (в среднем)	30

Ширину бортовых килей выбирают в большинстве случаев равной 2,5—3% ширины катера. Показанное на рисунке поперечное сечение деревянного бортового киля относится к туристскому катеру длиной около 12,50 м и шириной 3,80 м, очень похожему на катер со вспомогательным парусным вооружением. На быстроходных катерах следят за тем, чтобы бортовые кили устанавливались по возможности дальше к корме, так как там они лучше располагаются в потоке.

Бортовые планки можно устанавливать и выше ватерлинии, как изображено на рис. 247, б. Правда, поверхность воды является очень беспокойным элементом для использования в качестве успокоителя бортовой качки; однако на малых катерах благодаря этому достигли очень хороших результатов. На изображенном катере длиной 7 м кормовая оконечность бортовых планок расположена примерно в 10 см над ватерлинией с соответствующим подъемом к носу. Но следует экономить ширину планок; в данном случае оправдала себя ширина, равная 12 см.

Обе носовые успокоительные планки способствуют отражению водяных брызг от бортов.

81. Активные стабилизаторы бортовой качки

Неравномерные колебания, возникающие при бортовой качке туристского катера, показаны на диаграмме бортовой качки (рис. 248). Она изображает бортовую качку туристского катера средней величины, не имеющего успокоителей, при силе ветра 4 балла, при этом катер расположен лагом к волне.

Из рисунка видно, что собственный период качающегося судна довольно точно выдерживается во всем диапазоне измерений.

Размер амплитуды, однако, очень неравномерен. Как исключение, достигался угол крена, равный 18° ; средний угол крена составил 15° .

Эффективная успокоительная установка предназначена для уменьшения бортовой качки до $\frac{1}{3}$ непогашенных колебаний, т. е. в данном случае амплитуда должна быть равной 5° , но не

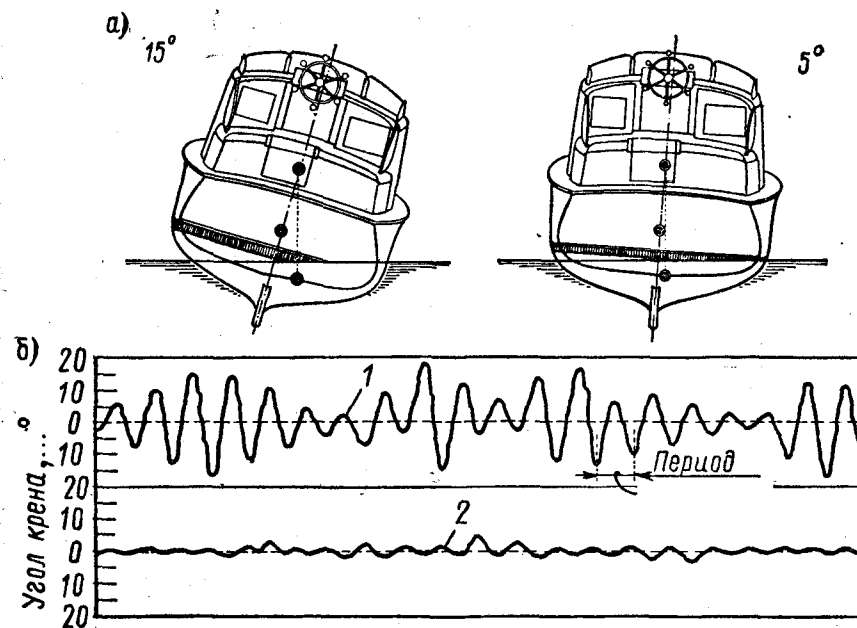


Рис. 248. Характерные углы крена (а).

15° — трудно переносимый угол крена; 5° — угол крена, не вызывающий неприятных ощущений.

Диаграмма бортовой качки (б).

1 — процесс неуспокоенных бортовых колебаний, амплитуда которых иногда превышает 15° ; 2 — идеальный случай почти полного успокоения бортовой качки. Эффективная успокоительная установка должна уменьшать угол крена при среднем волнении примерно до одной трети.

более 6° . Как должна выглядеть эффективно успокоенная бортовая качка, показывает нижняя кривая качка туристского катера, оборудованного успокоителями. Лишь в одном-единственном месте возникает амплитуда, равная 5° , при этом установка показывает особенно удачный эффект успокоения.

Верхнее правое изображение судна показывает угол крена, равный 5° . Уменьшение угла крена до нуля не может быть достигнуто, так как система управления работает лишь в том случае, если судно уже имеет определенный угол крена. К нижней кривой бортовой качки дано примечание: с активным успокоителем качки. Это значит, что такой высокой степени успокоения не следует

ожидать от пассивной установки с бортовыми киллями, а также с опорным парусным вооружением, источник энергии которого уже сам по себе обладает неравномерностью.

Боковые рули для успокоения бортовой качки. На многих пассажирских судах в 50-е годы была введена успокоительная система, работающая при помощи управляемых боковых рулей, выступающих из скулы по бортам судна (активных стабилизаторов). Эффект, достигнутый при помощи одной из таких систем, показан на диаграмме бортовой качки (см. рис. 248, б).

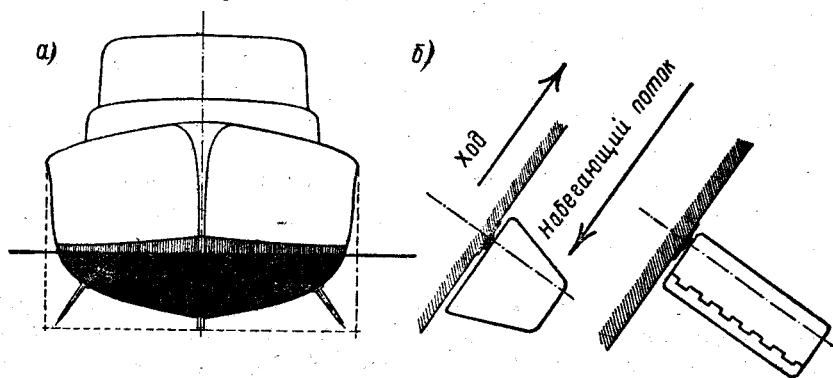


Рис. 249. Управляемые боковые рули, называемые также активными успокоителями качки: а — руль не выступает за пределы ширины и осадки катера; б — значительно выступающий руль имеет в корпусе судна подобие колодца шверта, в который он может убираться.

В 1955 г. на моторной яхте в виде эксперимента впервые была использована уменьшенная конструкция таких активных рулей (рис. 249).

На рис. 249 изображен и поперечный вид катера с установленными рулями. Боковые рули не должны выступать за пределы наибольшей ширины и соответственно осадки катера. Этот рисунок относится к туристскому катеру, так как на больших судах боковые рули значительно выходят за пределы наибольшей ширины.

Широкий боковой руль представляет собой уменьшенную по ширине конструкцию, хотя его приближенная к квадрату форма несколько менее эффективна, чем у удлиненного руля, изображенного на рис. 249.

Поскольку успокоительные боковые рули в полной мере препятствуют катеру совершать большие наклоны на качке, на эти рули действуют большие силы. Поэтому очень важно усилить борт судна в районе управляемых боковых рулей флорами или рамными шпангоутами.

Успокоение бортовой качки при помощи активных стабилизаторов наиболее эффективно при умеренном волнении. При силе

ветра 4 балла эти успокоители работают превосходно. Начиная примерно с 6 баллов (при более выгодном курсе — несколько позже), возникает так называемая степень насыщения. Затем силы от волнения, действующие на катер, становятся настолько значительными, что перекрывают действие успокоительных установок.

Необходимо особо упомянуть, что почти все типы успокоителей бортовой качки применимы лишь для нормальной крейсерской скорости. Активные стабилизаторы рекомендуются для скоростей до 12 уз (22 км/ч) — для небольших катеров и 15 уз (28 км/ч) — для больших моторных туристских катеров. В любом случае имеются в виду водоизмещающие катера, так как имеющиеся конструкции неприменимы для полуглиссирующих и глиссирующих катеров.

82. Способы успокоения качки на рыбопромысловых ботах (флоппер-стоппер)

На Тихоокеанском побережье Америки впервые возникла идея использования траловых досок для борьбы с бортовой качкой на катерах (рис. 250). Была разработана спе-

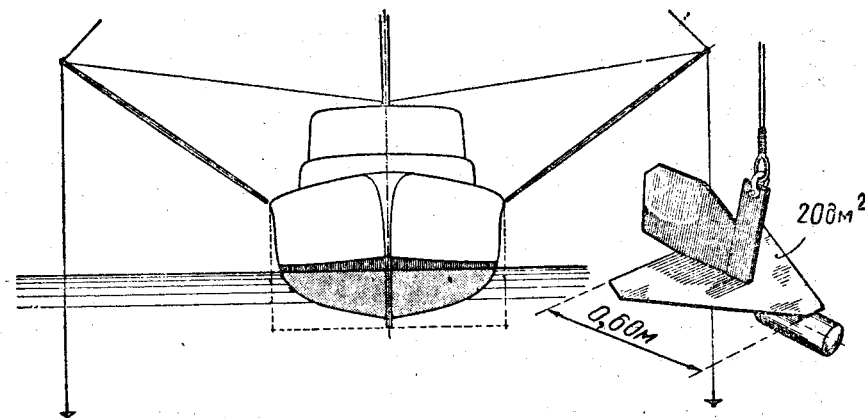


Рис. 250. Успокоитель бортовой качки в виде траловых досок (на моторном катере): слева — расположение несущего рангоута; справа — ВМ-стабилизатор.

циальная форма такой доски, соответствующая своеобразным условиям успокоения качки и шутиливо названная американскими рыбаками «флоппер-стоппер» («шлепающий стопор»). Официальное название этой установки — ВМ-стабилизатор. Это небольшое устройство выполняет лишь одну работу — постоянно на ходу создает определенную силу натяжения, направленную вниз. Работает оно через две стрелы, вынесенные с обоих бортов

судна. В 1964 г. капитан Роберт Биб на страницах октябрьского номера журнала «Йотинг» сообщил о своем опыте использования флоппер-стопера во время длительного океанского перехода на моторной яхте «Пассэджмейкер».

Данный успокоитель изготавливают из оцинкованного стального листа. Его вид и необходимые пропорции рангоута довольно

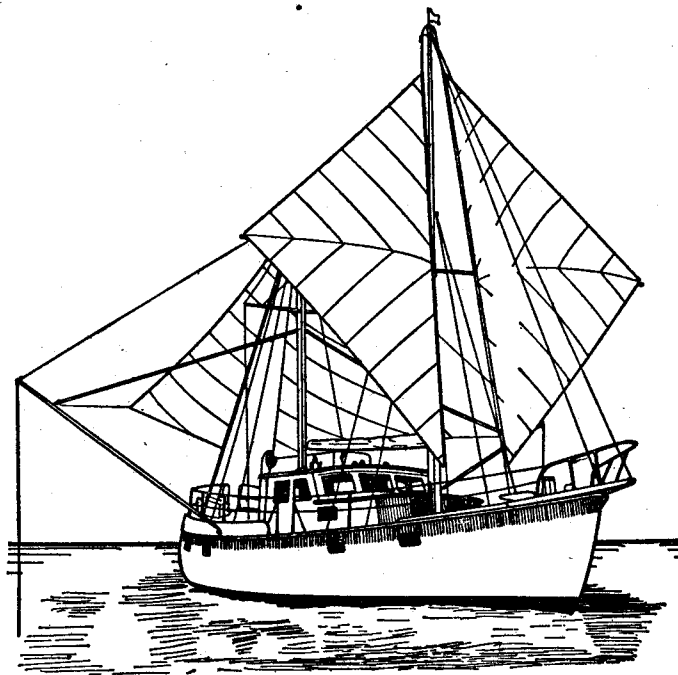


Рис. 251. Катер «Пассэджмейкер», хорошо оборудованный для длительных океанских переходов (длина 15,25 м, ширина 4,58 м). Катер изображен с так называемым пассатным парусным вооружением, которое использовалось во время длительных переходов при попутном ветре. Главный двигатель — дизель «Форд» мощностью 96 л. с. (см. рис. 116).

точно изображены на рис. 250. Длина стрел, а также угол их наклона в масштабе примерно соответствуют аналогичным параметрам устройства, примененного Бибом (рис. 251).

Моторная яхта «Пассэджмейкер» была построена в Сингапуре, что позволило испытать новый успокоитель на длительном переходе через Индийский океан в Грецию.

Главные размерения моторной яхты «Пассэджмейкер»

Длина, м:		
наибольшая	15,25	
по ватерлинии	14,10	
Ширина наибольшая, м	4,58	

Осадка, м	1,62
Водоизмещение, т	24,60
Наружный балласт, кг	2270
Мощность двигателя (дизель «Форд»), л. с.	96
Опорное парусное вооружение, м ²	32,50
Крейсерская скорость, уз	7,5

Во время упомянутого выше океанского перехода успокоители работали в течение 50% времени. Их действие было признано настолько эффективным, что яхта «Пассэджмейкер» прошла с флоппер-стоппером еще многие тысячи миль, включая Северную Атлантику.

Действие успокоителей основано на направленной вниз силе натяжения, которая направлена также несколько в корму. Поэтому неизбежно возникает определенная потеря скорости. Она была оценена капитаном Бибом так: «Во время ходовых испытаний на мерной миле на тихой воде катер показал скорость, равную 8 уз. После установки успокоителя бортовой качки была зафиксирована потеря скорости, равная 0,7 уз, что составило 9% скорости».

По другим источникам, ВМ-стабилизатор при скорости на волнении, равной 8 уз, дает потерю скорости, равную лишь 0,2 уз, а при скорости хода 11 уз — 0,4 уз. Здесь речь идет о новом тяжелом катере типа рыболовных ботов длиной 16 м, шириной 4,42 м и осадкой 1,65 м. Владельцы моторных яхт, оборудованных ВМ, положительно отзываются о нем и не могут себе представить океанского перехода без успокоителя бортовой качки такого типа. Кок на одной из яхт говорил: «или устанавливайте флоппер-стоппер или не будет горячей пищи!» Эти успокоители бортовой качки пригодны для скоростей до 12 уз (22 км/ч). Однако какая моторная яхта с нормальными соотношениями формы и массы будет в состоянии превысить такую скорость на волнении?

Достоинства ВМ-стабилизаторов по сравнению с другими успокоителями бортовой качки заключаются в следующем:

- 1) отсутствие в подводной части катера каких-либо выступающих частей, которые могут быть повреждены при посадке на мель;
- 2) стоимость установки невысока и для ее монтажа нет необходимости поднимать катер на берег;
- 3) не требуется помещения внутри корпуса, которое необходимо для активных боковых рулей;
- 4) не требуется ни электроэнергии, ни какого-либо другого источника энергии.

Единственный недостаток: весь рангоут должен устанавливаться вручную и после употребления снова убираться.

Капитан Биб резюмирует свои опыты следующим высказыванием: «При морских переходах общей протяженностью около 50 000 миль применение флоппер-стопера оправдало себя при любом волнении. Эта установка гасит $\frac{2}{3}$ бортовых колебаний и благодаря этому превращает длительный океанский переход в одно удовольствие».

Следует обратить особое внимание на то, что обе выступающие стрелы должны воспринимать большие усилия. Поэтому не только они, но и все принадлежности и штаги должны иметь прочные размеры. Почти $\frac{2}{3}$ всех сил приходится на успокоитель с наветренного борта. Поэтому при среднем волнении можно идти лишь с одним успокоителем бортовой качки, который уже обеспечивает значительное успокоение бортовой качки. При стоянке на якоре

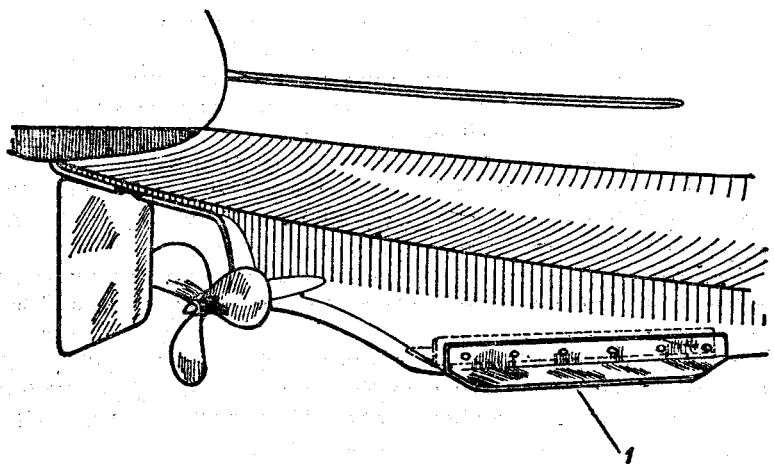


Рис. 252. Горизонтальный лист под килем. Этот простой способ успокоения бортовой качки также был впервые использован рыбаками западного побережья Америки. Если киль достаточно глубоко выступает под днищем катера, то такие листы достигают эффективности, превышающей действие боковых килей. Если листы хорошо расположены в потоке воды, то почти не вызывают дополнительного сопротивления.

1 — килевые пластины-успокоители.

это устройство тоже успокаивает качку, правда, несравнимо меньше, чем на ходу.

Горизонтальный киль. Это, пожалуй, самое простое из всех приспособлений для успокоения бортовой качки. Приспособление состоит из горизонтального листа, закрепленного под килем в самом низком месте (рис. 252). Как правило, применяют два стальных угольника, располагая один напротив другого. Однако оправдала себя также установка снизу стального листа, закрепленного болтами.

Если катер имеет глубоко выступающий киль, то такие горизонтальные листы можно размещать в направлении водяного потока, в результате чего не возникает заметной потери скорости. Их эффективность зависит, с одной стороны, от удаления от днища, а с другой — от длины и ширины листа. При удачно расположенном киле достигается очень хорошая эффективность. Утверждают даже, что эффективность горизонтальных килей может быть

такой, как у флоппер-стоппера. Ради осторожности следует считать, что они гасят примерно половину бортовой качки, а также благотворно влияют и при беспокойной стоянке на якоре.

83. Дальнейшие возможности развития успокоителей качки

Разнообразие существующих устройств для успокоения бортовой качки не исключает возможности проведения дальнейших экспериментов в этом направлении. Вместо старинных боковых килей у скулы применяют короткие и широкие стабилизаторы, известные на некоторых парусных яхтах как скуловые кили. Правда, установкой их на яхте преследуется цель уменьшения осадки, а также надежного положения яхты на грунте при ее посадке на мель. Для этой же цели скуловые кили успешно применяют на катерах, причем попутно достигается и эффект успокоения их бортовой качки.

На моторно-парусных яхтах для успокоения бортовой качки применяют выдвижной киль, обычно устанавливаемый на швертботах.

Некоторые быстроходные катера имеют на транце две транцевые плиты; если приспособить эти плиты для ручного управления, то с их помощью можно противодействовать бортовой качке.

Даже обычный руль может ограничить бортовые колебания. Известно, что искусственно можно создать бортовую качку резкой перекладкой руля с борта на борт, и наоборот, плавным управлением рулем можно оказать противодействие бортовым колебаниям. Здесь нужно умение, которое в описанном выше примере отличало рулевого С от других рулевых.

Направивается идея установки стабилизаторов качки, имеющих форму пера руля и управляемых вручную. Для них нашлось бы место в наиболее широкой части скулы, примерно на $\frac{1}{3}$ длины по ватерлинии от кормы. Блокировкой этих стабилизаторов в направлении потока уже будет достигнуто успокоение бортовой качки. Если же обеспечить их действие при помощи рукоятки, то можно будет без чрезмерных усилий эффективно противодействовать бортовой качке.

84. Борьба с шумом на моторных катерах

Можно ли когда-нибудь добиться того, чтобы моторные катера скользили по воде так же бесшумно, как парусные яхты? Тот, кто согласен перенести трудности и понести соответствующие расходы, может приблизиться к этой мечте уже сегодня.

Эффективная борьба с шумом требует взаимодействия всех участвующих в постройке катера и, кроме того, особых знаний, которыми обладает лишь специалист в этой области, а не моторостроитель, катеростроитель или слесарь по двигателям.

Основные источники шума на борту большого туристского катера показаны на рис. 253:

- шум от главного двигателя (1);
- шум от дизель-генератора (2);
- свободный выпуск двигателя из труб на транец (3);
- неравномерность гидродинамических сил в районе гребного винта (4);
- шум от вихрей носового буруна (5).

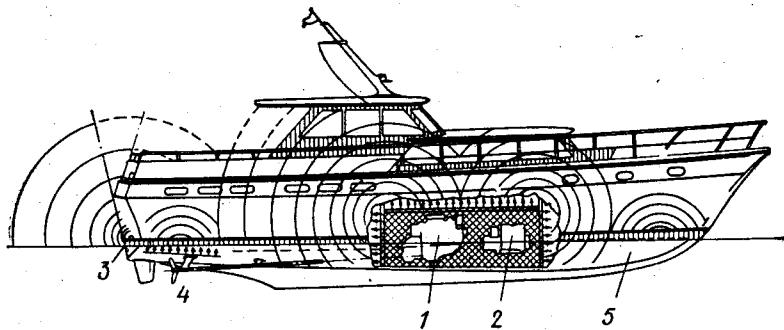


Рис. 253. Основные источники шума на моторной яхте длиной 17 м.

Следовало бы добавить шестой источник шума — ветер. Однако к нему, как к естественному явлению, человек достаточно привык и вряд ли когда-нибудь возникала необходимость принятия мер для его локализации.

Шумы и вибрации являются колебаниями, которые распространяются в нескольких направлениях. Образуюсь от двигателей, они воспринимаются и передаются фундаментами двигателей, переборками, наружной обшивкой судна, палубой — корпусный (структурный) шум. Одновременно происходит передача звука через воздух — воздушный шум. Третью область, а именно акустику помещений, нет необходимости специально исследовать на малых судах, так как их помещения невелики.

Возвращаясь к рис. 253, кратко исследуем главный источник шума, обозначенный 1. При работе двигателей образуются колебания низкой частоты, которые в виде вибрации становятся заметными в определенном районе судна. Возникают также колебания высокой частоты — звуковые, передаваемые через фундамент двигателя на корпус, так что переборки, палубы, наружная обшивка и другие элементы судна возбуждаются к резонансу, т. е. к излучению звука.

Звуковые колебания в машинном отделении передаются по воздуху к окружающим переборкам, проходят через них и излучают часть звуковой энергии в помещения, расположенные по другую сторону переборки, как показано маленькими стрелками (см. рис. 253).

Борьба с вибрацией в последнее время потеряла свое значение. На моторостроительных заводах научились хорошо уравнивать возвратно-поступательные массы, поэтому механические вибрации, вызванные работой многоцилиндровых двигателей, ощущаются лишь как второстепенные помехи. Замечательно низкий уровень вибраций достигнут даже при работе одноцилиндровых и двухцилиндровых двигателей малых мощностей. Но так было не всегда. Еще в 30-х годах некоторые четырехцилиндровые дизельные двигатели давали настолько сильную вибрацию, что дребезжали все иллюминаторы и двери на борту и даже появлялось ощущение, что щелкают зубы. С течением времени эти недостатки были устранены, так что в дальнейшем речь пойдет только о борьбе с шумом. К числу мероприятий по борьбе с шумом относится и эластичное (на амортизаторах) крепление двигателей и связанное с этим дальнейшее уменьшение вибрации.

Под активной борьбой с шумом подразумеваются все мероприятия, направленные на уменьшение шума, распространяемого источником. В первую очередь речь идет о конструктивных мероприятиях, осуществляемых на моторостроительных заводах. Достигнуты большие успехи. Если послушать при открытом капоте работающий двигатель автомобиля, то можно убедиться в том, что в цилиндрах происходят непрерывные резкие взрывы. Они стали почти неслышными. Но стоит только снять выпускной коллектор, как послышится треск, подобный пулеметной очереди. Значительно уменьшен шум и при работе дизелей, ожидаются также дальнейшие улучшения, связанные с понижением шума при воспламенении.

В перспективе предполагается осуществить конструктивные мероприятия по уменьшению шума клапанов и их приводов, шума шатунно-кривошипного механизма, а также насосов и других агрегатов, работающих от двигателя. Уже сейчас шум от всасывания воздуха устраняется наилучшим образом.

Помимо конструктивных мероприятий борьба с шумом должна осуществляться на верфях в направлении влияния прежде всего на область помех 4 (см. рис. 253). Гребной винт не следует размещать слишком близко к днищу судна. В кронштейне гребного вала необходимо всегда применять резиновый подшипник с водяной смазкой; не допускается люфт баллера руля в гельмпортной трубе во избежание возникновения стуков.

На многих катерах кормовую часть днища необходимо усиливать подкрепляющими листами и дополнительными днищевыми рамными шпангоутами. Шум от вращения вала даже вместе с подшипником тем меньше, чем тщательней вал установлен. На мотор-

ных яхтах оправдали себя валы диаметром меньшим, чем требуется Правилами Ллойда. Материал для валов целесообразно применять высокопрочный, в этом отношении хорошо зарекомендовали себя нержавеющая сталь и монель-металл.

Активная борьба с шумом заключается и в создании надежной конструкции внутренних связей судна (рис. 254).

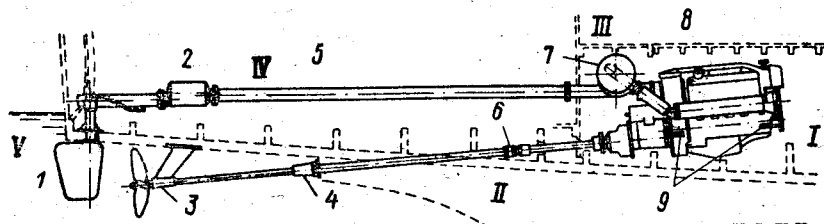


Рис. 254. Активная борьба с шумом при установке двигателя. Глушение шума достигается следующим образом: I — эластичным креплением двигателя; II — эластичным креплением валопровода; III — установкой выпускного коллектора с глушителем; IV — охлаждением водой выпускного тракта; V — хорошим креплением руля, исключаяющим стук.

1 — руль; 2 — второй глушитель; 3 — кронштейн гребного вала; 4 — ошора гребного вала; 5 — кормовые наюты; 6 — сальник гребного вала; 7 — глушитель выпуска; 8 — рулевая рубка; 9 — амортизированные опорные лапы двигателя.

Из отдельных источников помех, появляющихся при стоянке на якоре и требующих устранения, можно назвать функционирование насоса пресной воды или осушительного насоса.

Имеются еще некоторые источники шума, об устранении которых может позаботиться владелец катера, — стук якорной цепи о форштевень, удары вспомогательной шлюпки о корму. Некоторые сигнальные фалы или другие части рангоута имеют обыкновение излишне хлопать на ветру.

85. Глушение шумов выпускных газов

Моторные катера и яхты по сравнению с другими транспортными средствами — такими, как автомобиль или тепловоз, — обладают большим преимуществом: другие транспортные средства должны двигаться с сухим выпуском. Катера же могут иметь мокрый выпуск, который дает настолько большое шумотушение, что без особых причин от него не следует отказываться.

Количество катеров по сравнению с другими средствами сообщения относительно мало. Поэтому едва ли когда-нибудь проводились исследования глушения шума путем впрыскивания воды. Вместе с тем имеются многочисленные данные о глушении шума выпуска, колебаниях выпускных газов, звукопоглощающем мате-

риале внутри выпускного коллектора и т. д., которые иногда совершенно неоправданно распространяют на катера.

Радикальное глушение звука выпуска достигается, когда газы от подвесных моторов отводятся под воду через ступицу гребного винта. Так как водяная струя получает ускорение от гребного винта и дальше от ступицы винта образуется уже пустое пространство, возникает лишь небольшая потеря мощности как следствие не совсем свободного выпуска. Достигнутое глушение шума было настолько эффективным, что после первоначальной конструкции, разработанной фирмой «Меркури», другие фирмы — «Джонсон» и «Эвинруд» — также применили на нескольких своих моделях выпуск через ступицы гребного винта. Его также используют на некоторых Z-образных передачах, связанных с четырехтактными двигателями. Когда в обычный выпускной трубопровод впрыскивается вода, объединяются различные действия: водяной дождь с частичным парообразованием эффективно нарушает свободный выход импульсов выпускных газов. Кроме того, вода вызывает сильное охлаждение, вследствие чего объем газа уменьшается по крайней мере на столько, сколько образуется водяного пара. Одновременно охлаждаются стенки выпускной трубы, благодаря чему в жилые помещения проникает меньше теплоты и значительно уменьшается пожароопасность.

На быстроходных открытых спортивных катерах, к сожалению, часто отказываются от орошаемого глушителя, заглушающего шум пуска. При запуске обращает на себя внимание шум двигателя в виде рокота и хлопков, который слышен до начала впрыскивания воды. Как только подходит вода, резкое хлопанье превращается в более или менее сильное ровное гудение.

На открытых спортивных катерах существует опасность забрасывания воды в двигатель через выпускную трубу. Иногда вместе с двигателем поставляют высоко изогнутое колено выпускной трубы, так как нередко бывают повреждения из-за воды, проникающей в цилиндры. К сожалению, расположение двигателя и высота пола в рубке часто препятствуют установке глушителя на достаточной высоте.

Обычно глушение шума достигается с помощью «мокрого» глушителя.

Почти на всех больших катерах главный двигатель установлен настолько глубоко, что его выпускной коллектор бывает расположен ниже ватерлинии. Поэтому выпускной трубопровод должен быть прежде всего направлен вверх для предотвращения забрасывания воды в двигатель (см. рис. 254). Это лучше всего совместить с установкой мокрого (орошаемого) глушителя, показанного на рис. 255.

Короткий выпускной трубопровод, ведущий от двигателя к глушителю, неизбежно становится таким горячим, что его необходимо охлаждать. Поскольку он направлен вверх, охлаждение обеспечивают водяной рубашкой. Такой стояк ведет прямо к глу-

шителю, внутри которого он должен проходить как можно выше, чтобы предотвратить заброс воды в двигатель при крене или дифференте. Установку фланца выпускной трубы можно предусмотреть и в верхней части глушителя в зависимости от местных условий.

Вблизи глушителя из рубашки охлаждения вертикального выпускного трубопровода отводится вода и впрыскивается сверху в глушитель. Впуск должен быть рассчитан таким образом, чтобы вода попадала непосредственно в поток выпускных газов, но чтобы при остановке двигателя она не проникла в стояк выпускного коллектора двигателя.

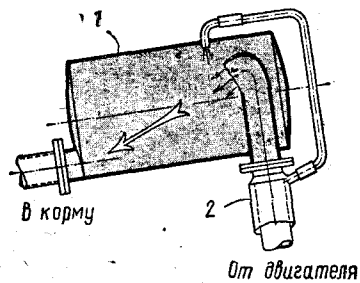


Рис. 255. Обычный «мокрый» глушитель. В нем происходит расширение выпускных газов, которые одновременно смешиваются с впрыскиваемой охлаждающей водой. Необходимо обратить внимание на то, чтобы при остановленном двигателе вода не смогла попасть обратно к выпускным клапанам и в цилиндры двигателя.

1 — асбестовая изоляция; 2 — водяная рубашка.

рис. 256. Улучшение ощущается прежде всего в некоторых двухтактных дизелях, имеющих очень шумный выпуск, а также в других случаях, когда глушитель должен иметь малый объем расширения. Приваренный патрубок полукруглого сечения обеспечивает распределение воды по распыляющим отверстиям, суммарная площадь которых должна быть примерно на 50% больше площади поперечного сечения подводящей водяной трубы.

Глушители устанавливаются в машинном помещении вблизи двигателя, они служат также высоко расположенным началом выпускной трубы, которая имеет постоянный наклон к корме. Поскольку всегда имеется обильный подвод воды, глушители не слишком нагреваются. Достаточно изолировать их слоем асбеста толщиной 20—30 мм.

Вариант принципиально такого же мокрого глушителя, но с подачей воды на распыление не из рубашки, а прямо из выпускной трубы показан на рис. 257. Она может устанавливаться и в отдалении от двигателя.

Если выпуск не мокрый, а сухой и направлен не в корму, а вверх, то достигнуть хорошего глушения шума оказывается труднее. В любом случае глушитель на катере должен охлаждаться целиком охватывающей его водяной рубашкой. Внутри

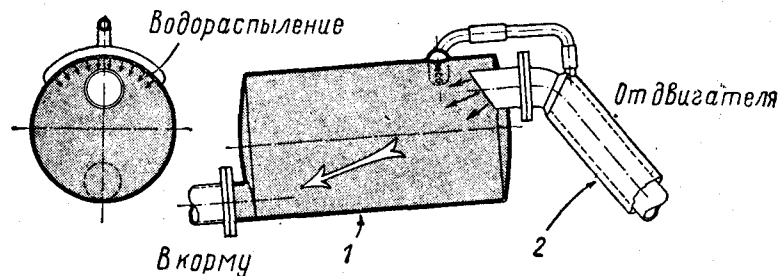


Рис. 256. Глушитель с водораспылением. Превосходное перемешивание газов с впрыснутой охлаждающей водой дает наилучшее глушение шума.

1 — асбестовая изоляция; 2 — водяная рубашка.

глушителя предусматривают те же направляющие листы и звукопоглощающий материал, которые применяются в глушителях сухопутных транспортных средств.

«Водопад» для глушения шума. Существует простая возможность заново возбудить шумопоглощающее действие охлаж-

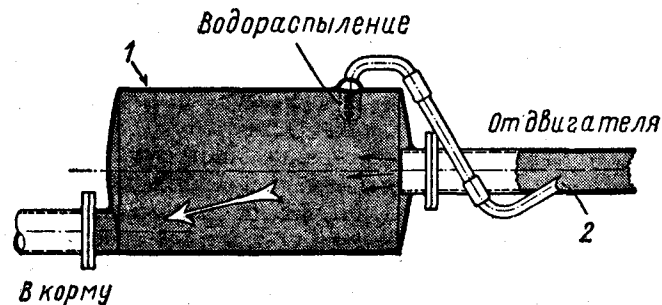


Рис. 257. Дополнительный глушитель в корме для максимального глушения шума. Здесь применен новый вид водораспыления; текущая в корму по выпускной трубе вода захватывается козырьком и подается сверху в глушитель. Эта установка полностью оправдывает себя.

1 — асбестовая изоляция; 2 — козырек.

дающей воды в кормовой части выпускной трубы. После прохождения определенной длины выпускной трубы большая часть впрыснутой охлаждающей воды всегда движется далее по дну трубы. В кормовой части внизу выпускной трубы на $\frac{1}{4}$ ее диаметра пропиливают щель под углом 45° к корме и в нее вваривают кусок листа, образующий «водопад» (рис. 258). Он уменьшает попереч-

ное сечение примерно на 20%, но охватывает всю массу воды, протекающей вниз. Вода подбрасывается «водопадом» и вновь смешивается с выпускными газами. Разумеется, при этом не достигается такой эффект глушения шума, как в настоящем глушителе, но по сравнению с гладкой трубой эффект весьма значителен.

Можно полностью избежать уменьшения поперечного сечения трубы, срезав трубу сверху и покрыв ее изогнутым колпаком (см. рис. 258 внизу).

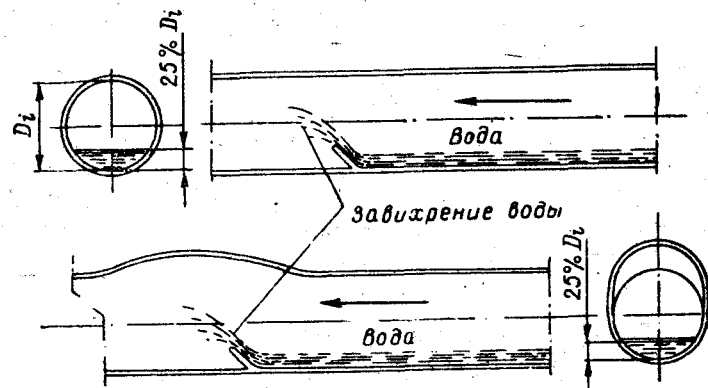


Рис. 258. Шумозаглушающее устройство «водопад». Текущая по дну выпускной трубы вода при помощи установленной под углом пластины снова смешивается с газами; это простейший способ дополнительного глушения шума у кормы.

Подводный выпуск. Во время «сухого закона» в США контрабандисты, переправлявшие спиртное на восточное побережье Соединенных Штатов, часто пользовались остроумной и простой комбинацией в выпускной системе. Во время обычного рейса выпуск происходил в воздух. При входе в опасные воды на транец навешивали патрубок с отводом вниз, который воспринимал выпуск и отводил его под воду, где газы выпускались бесшумно.

В настоящее время имеется много типов патрубков, которые болтами крепятся к транцу и отводят выпуск под воду. На быстроходных катерах военно-морского флота, а также во многих других случаях выпуск часто производится сбоку за борт непосредственно под водой и при помощи козырька направляется под поверхность воды. Во всех случаях необходимо проверять работу этого устройства на заднем ходу. Вода практически никогда не может устремиться против действия давления выпускных газов. Однако двигатель может остановиться в начале заднего хода и попадет ли в цилиндры вода — зависит только от конструкции системы.

Выпускные устройства надежнее всего функционируют в классическом исполнении: с водоохлаждаемым трубопроводом в корме,

высоко расположенным глушителем вблизи двигателя и с глушением шума путем смещения газов с охлаждающей водой.

Установка эффективной и надежной в работе выпускной системы является задачей строительной верфи. Мы остановились на этом несколько подробнее, поскольку литература, относящаяся к этой важной области и специфике ее применения на катерах, отсутствует. Водяное глушение шума выпуска настолько эффективно, что его необходимо применять даже при двигателях с воздушным охлаждением. Для этого, правда, к двигателю надо подсоединить небольшой водяной насос, однако выигрыш в глушении шума и охлаждении выпускной трубы настолько велик, что это усложнение полностью компенсируется. То же можно сказать о двигателях с замкнутым охлаждением пресной водой, у которых теплообменником служит заборный змеевик. Поскольку в этом случае охлаждающая вода не может впрыскиваться в выпускную трубу, необходимо установить небольшой приводной насос специально для этой цели.

86. Эластичное крепление двигателя и валопровода.

Естественно, что если возникнет шум, стараются как можно эффективнее воспрепятствовать его распространению и усилению. Это означает так называемую пассивную борьбу с шумом. Она охватывает два принципиально различных направления, а именно: локализацию структурных шумов по корпусу и глушение воздушного шума.

Существуют два средства пассивной борьбы с шумом: эластичное крепление источников шума, уменьшающее передачу структурных шумов корпусу, и изоляция, с помощью которой предотвращается проникновение воздушного шума во внутренние помещения катера.

Правильный выбор элемента конструкции эластичного крепления (амортизации) двигателя основан на частоте колебаний, которая зависит от частоты вращения двигателя и от появляющихся при этом отдельных шумов. Собственное колебание эластичного крепления так настроено, что оно поглощает колебания двигателя, не передавая их дальше.

Многие моторостроительные заводы поставляют свои двигатели уже с эластичными креплениями. При этом иногда используют элементы, которые в дальнейшем оказываются слишком жесткими и передают много шума и вибраций. Существует множество разновидностей таких эластичных креплений, называемых резинометаллическими амортизаторами. Их применяют в сухопутных транспортных средствах. На рис. 259, а изображен резинометаллический амортизатор в виде бруска, который в зависимости от нагрузки на лапы двигателя отрывается нужной

длины, а на рис. 259, б — резинометаллический блок для крепления катерного двигателя.

Четырехцилиндровый двигатель автомобиля с коробкой передач имеет массу 225 кг, которая переносится на четыре одинако-

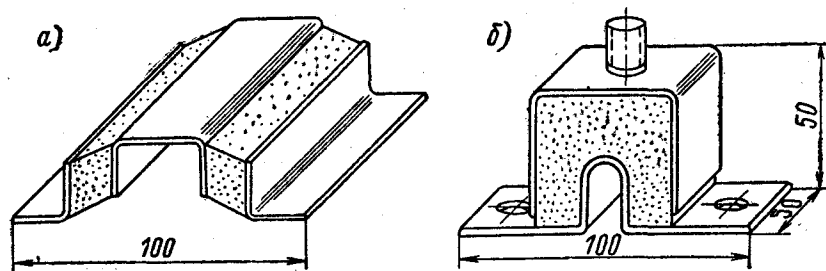


Рис. 259. Амортизаторы с резинометаллическими прокладками: а — в виде бруска (отрезается нужной длины в зависимости от нагрузки); б — в виде блока.

вых резинометаллических блока. Использование этих деталей для крепления катерного двигателя показано на рис. 260. Общая масса катерного двигателя составила 550 кг, в результате чего

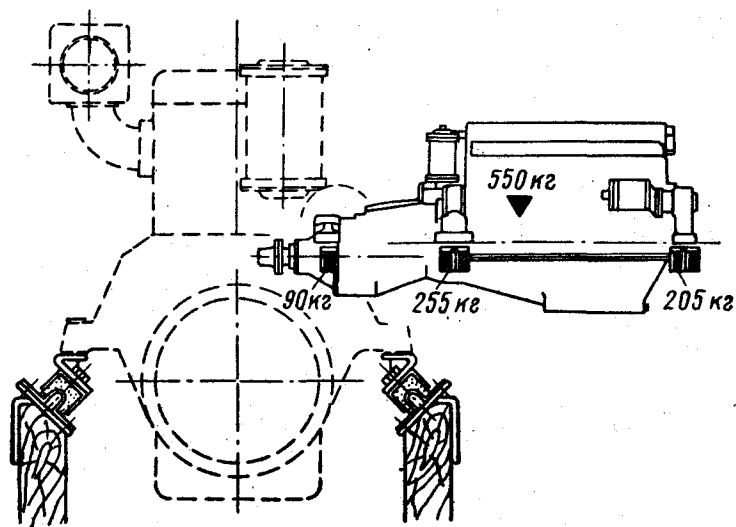


Рис. 260. Эластичное крепление катерного двигателя с использованием блоков-амортизаторов с резинометаллическими прокладками. Слева — контур двигателя с наклонным креплением блоков. Справа — установка на пяти резинометаллических блоках с каждой стороны двигателя с указанием распределения нагрузки.

потребовалось бы 9,8 блока для получения того же соотношения, что и для автомобильного двигателя. Катерный двигатель имел на каждой стороне три лапы крепления. Исследование отдельных

нагрузок показало, что для крепления передней и средней лап необходимо иметь по два резинометаллических блока, а для крепления задней лапы достаточно лишь по одному блоку с каждой стороны — всего десять таких блоков. Они были установлены под углом 45° для ориентирования на центр тяжести двигателя.

Рассмотренное эластичное крепление катерного двигателя отлично зарекомендовало себя в эксплуатации, особенно после того, как были разработаны мероприятия, указанные ниже.

Эластичного крепления двигателя на фундаменте недостаточно, так как колебания передаются на корпус катера и через другие

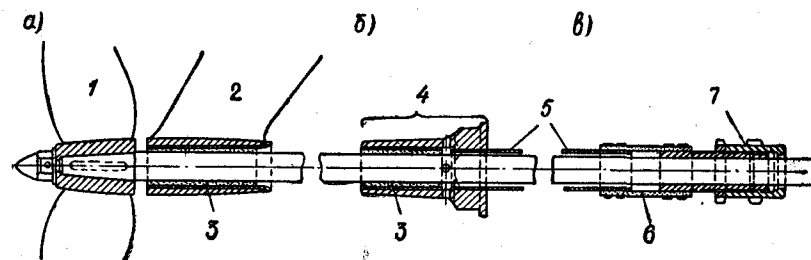


Рис. 261. Детали эластичного крепления вала: а — резиновый подшипник в двуплечем кронштейне гребного вала; б — резиновый подшипник в кормовом конце дейдвудной трубы; в — амортизированная опора — сальник с резиновой муфтой, позволяющий ей совершать колебания вместе с двигателем и валом.

1 — гребной винт; 2 — V-образный кронштейн гребного вала; 3 — резинометаллический подшипник; 4 — опорный подшипник; 5 — дейдвудная труба; 6 — эластичная муфта; 7 — сальниковый подшипник.

соединения — на выпускную трубу и валопровод. Кроме того, сюда относятся трубопроводы охлаждающей воды и топливные, а также соответствующие тяги управления, так как если вспомогательные агрегаты приводятся от главного двигателя, то их по возможности следует монтировать прямо на двигателе. К сожалению, это возможно нечасто, и тогда используют резиновый клиноремный привод достаточной длины, который поглощает колебание.

Эластичное крепление гребного вала часто неправильно понимают из-за преувеличенной осторожности. Почти никогда не требуется включения в него эластичной муфты, для которой необходим специальный упорный подшипник. Это может потребоваться лишь при очень большом диаметре вала и очень коротком валопроводе. Большинство катерных устройств допускают использование значительно более простой, эффективной и надежной конструкции, без специального упорного подшипника. Несмотря на это, она обеспечивает эластичность, необходимую для воспрепятствования передачи корпусу колебаний двигателя.

Одна из таких конструкций показана на рис. 261. Она настолько хорошо оправдала себя, что ее применяют даже на рыболовных ботах с тяжелыми валопроводами. Большее применение

она находит на моторных катерах и яхтах, поскольку их длинные валы (небольшого диаметра и из высококачественного материала) сами обеспечивают определенную степень эластичности. Следует добавить, что современные двигатели обладают таким уравновешенным ходом, что их колебания почти незаметны.

Принцип эластичного крепления валопровода заключается в том, чтобы исключить какой бы то ни было жесткий металлический контакт между валом и корпусом судна. Так же как двигатель покоится на резиновых опорах, масса вала передается на корпус катера через резиновые детали. Уплотнение обеспечивается резиновой муфтой, сальник имеет резиновый подшипник, а другой резиновый подшипник расположен перед гребным винтом в кронштейне гребного вала. Колебания двигателя вверх, вниз или вбок, с одной стороны, воспринимаются эластичностью самого вала, а с другой стороны — его эластичным креплением.

Эластичное соединение выпускной трубы осуществляется просто. Металлическая труба не обладает достаточной эластичностью для поглощения колебаний двигателя. Для этого в нее вставляют кусок усиленной резиновой трубы параллельно расположению двигателя, чтобы его колебания не дергали в продольном направлении трубу. Постоянно существует опасность разрушения резиновой трубы от горячих выпускных газов. Поэтому кусок трубы необходимо вставить в корму от места, где вода впрыскивается в выпуск, но это не всегда возможно. Однако даже сухой горячий выпуск долгое время выдерживается резиновой трубой, если имеется охлаждаемый участок металлической трубы с водяной рубашкой перед районом резиновой трубы. Кроме того, диаметр в свету резиновой трубы больше на толщину стенок выпускной трубы, что способствует продолжительному сроку службы резинового патрубка.

Для получения электроэнергии на борту больших моторных туристских катеров обычно используют электрогенератор с бензомотором или дизелем, мощность которых составляет $\frac{1}{20}$ — $\frac{1}{50}$ мощности главного двигателя. Можно было бы предполагать, что такие агрегаты создают лишь незначительные шум и вибрацию. В действительности все обстоит наоборот: часто небольшой зарядный агрегат создает больше шума, чем главный двигатель. Возникающие вибрации бывают такими сильными, что становятся заметными глазу. Обратите внимание на место с наружной части корпуса катера, где внутри работает электрогенераторный агрегат. Видно, как тряска передается на воду, и брызги нередко разлетаются на 10—20 см.

Причина этого заключается в совпадении многих обстоятельств:

1. Плохо сбалансированы одно- или двухцилиндровые двигатели.
2. Фундаменты ненадежно и непрочко соединены с набором катера.

3. Небрежный монтаж этой «мелочи» без амортизаторов и эффективного шумоглушения.

Уже были перечислены мероприятия по уменьшению шума и вибрации. Если генератор имеет двигатель с воздушным охлаждением или с охлаждением циркуляцией пресной воды, рекомендуется присоединить водяной насос лишь для охлаждения выпуска и гашения его шума. Обычный глушитель с впрыскиванием воды и не слишком короткий выпускной трубопровод делают чудеса! Ни в коем случае нельзя выводить выпуск дизель-генератора в выпускной трубопровод главного двигателя.

При эластичном креплении следует обратить внимание на то, чтобы ниже расположенные фундаменты были надежно связаны с конструкцией днища катера. Необходимо избегать любого соединения с переборками машинного помещения.

87. Глушение шума путем изоляции

До настоящего времени не удалось разработать мероприятий, предотвращающих возникновение шума от работающего двигателя и валопровода, а также от дизель-генератора. Для того чтобы препятствовать его распространению, используют изоляционные материалы, которые поглощают воздушный шум. Таким же способом борются со структурным шумом, идущим по корпусу: устанавливают звукоизоляционный слой на переборках, на палубе над машинным помещением и даже на внутренней стороне наружной обшивки.

Борьбу с распространением шума можно начинать с постановки следующего вопроса: какой должна быть переборка или подволока над источником шума для того, чтобы по возможности не пропускать звуков. Наилучшее сопротивление звуку достигается лишь при использовании тяжелых материалов, но их применение невозможно на борту быстроходного катера. Недавно была разработана изоляционная фольга из пластмассы, которая показала хорошие звукопоглощающие свойства, несмотря на то, что ее толщина составляет лишь 3 мм⁹³.

Если бы можно было заключить главный двигатель, а также дизель-генератор в звукоизолирующий ящик, то можно было бы рассчитывать на особенно большой успех. На пассажирских судах внутреннего плавания действительно применяют такие изолирующие кожухи. На яхтах машинное помещение слишком мало для того, чтобы можно было рекомендовать такого рода конструкцию, и к тому же быстрый доступ к двигателям будет затруднен.

Итак, все машинное помещение рассматривают как ящик, стенки которого должны быть по возможности изолированы звукопоглощающим материалом. Под этим названием имеются в виду

волоконистые материалы, в которые хотя и может проникнуть проходящая воздушная волна, однако из-за трения внутри пор она отдает при этом возможно большую часть своей звуковой энергии. Эта энергия превращается в теплоту, которая по количеству так мала, что совершенно незаметна.

Звукопоглощающие материалы характеризуются различной степенью непроницаемости. В качестве исходного материала хорошо зарекомендовали себя в первую очередь такие негорючие материалы, как стеклянный войлок и пенопласт. Слой изоляции для защиты от внешних повреждений покрывают перфорированными листами, которые должны иметь как можно больше отверстий. Площадь отверстий должна составлять не менее 30%. Там, где опасность механических повреждений мала, можно выгодно использовать металлическую сетку от мух.

При использовании изоляционных листов достигают значительного эффекта, если между ними и подлежащей изоляции стенкой создается воздушная прослойка. В идеальном случае листы из волокнистого материала не следует привинчивать к планкам во избежание жесткого соединения сзади расположенной стенкой. Вместо этого применяют легкодеформируемые резиновые опоры, которые тоже не должны иметь сквозных болтов. Такое резиновое соединение показано на рис. 262, б и в.

Следует сказать еще несколько слов о слое, задерживающем гул.

Стальной корпус катера или стальные переборки передают звуки сильнее, чем деревянный корпус катера или деревянные переборки. Звуковые волны передаются металлическими листами в виде гула.

Для борьбы с гудящими шумами разработано покрытие, которое путем распыления наносится прямо на стенку и создает звукоизоляцию. Покрытие представляет собой массу из искусственной смолы, которая обогащена вермикулитом. Благодаря искусственной смоле достигается высокое внутреннее трение, необходимое для шумопоглощения. Добавка вермикулита повышает упругость массы и обеспечивает лучшее прилегание к гудящему металлу. Толщину слоя, задерживающего гул, берут такой, чтобы его масса составляла примерно 20% массы покрываемой металлической поверхности.

На рис. 262 изоляция подволоки изображена такой, какой обычно ее выполняют на практике. Часто деревянный пол покрывается на деревянных поперечных прокладках. Затем промежуточное пространство заполняют стекловатой или пенопластом и снизу покрывают звукопоглощающей облицовочной плитой.

При любой попытке установить на обычном моторном туристском катере хорошую звукоизоляцию сталкиваются со значительными трудностями. Рассмотрим кормовую переборку машинного помещения независимо от того, будет ли это небольшой катер с бензиновым двигателем мощностью 50 л. с. или большая моторная яхта с двумя дизельными двигателями мощностью

по 500 л. с. На этой кормовой переборке необходимо устанавливать многочисленные предметы, относящиеся к эксплуатации установки и к оборудованию машинного помещения. Прежде всего через эту переборку проходят выпускные трубы и валопроводы. Часто к переборке крепят глушители выпуска и аккумуляторные батареи. Кроме того, там имеется целый лабиринт электрических кабелей, тяг управления двигателями, приводов приборов

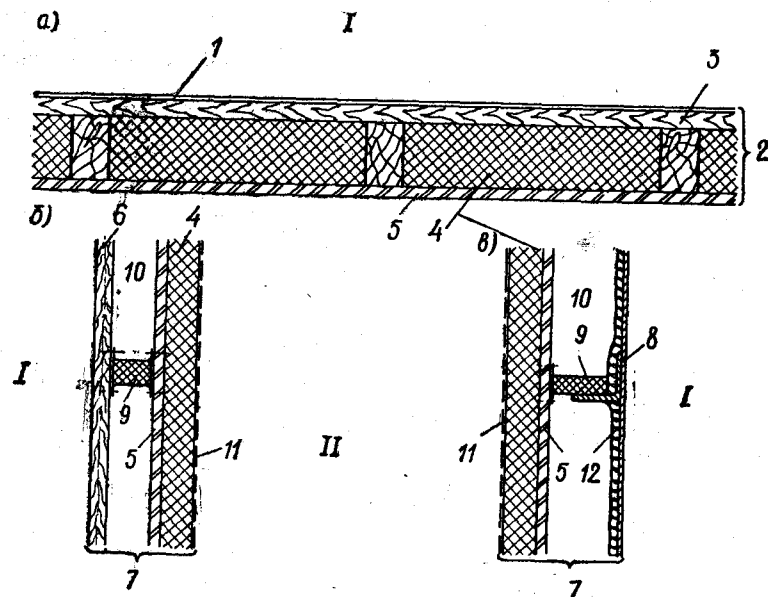


Рис. 262. Борьба с шумом посредством звукоизоляции: а — изоляция подволоки над машинным отделением (обычно выполняется на туристских катерах); б — изоляция деревянной переборки в машинном отделении; в — изоляция стальной переборки с дополнительным слоем, задерживающим гул.

I — жилые помещения; II — моторное отделение; 1 — настил палубы; 2 — изоляция палубы; 3 — деревянный настил; 4 — стекловата или шлаковата; 5 — звукоизолирующая пластина; 6 — фанерная переборка; 7 — изоляция переборки; 8 — стальная переборка; 9 — резина; 10 — воздушная прослойка; 11 — перфорированный лист или проволочная сетка; 12 — слой, поглощающий гул.

и т. п., включая рулевое управление, которое часто скомбинировано с двумя постами управления.

Кажется просто безнадежным желание объединить все эти элементы эксплуатации со свободно прикрепленной изоляцией. Нельзя рекомендовать сначала устанавливать слой изоляции и на ней монтировать элементы эксплуатации, а также наоборот — сначала ставить эти элементы на переборку и лишь затем крепить изоляцию. Именно в последнем случае обычно до 50% и более переборок становятся недоступными. Кроме того, было бы неприятно и очень трудоемко при любой проверке или ремонте сперва удалять изоляцию.

Если машинное помещение не очень тесное, то необходимо сначала хорошо изолировать обычную противопожарную переборку. Затем на небольшом расстоянии от нее установить лишь раму или частичную несущую переборку, на которой смонтировать все элементы оборудования без нарушения изоляции. При этом оборудование остается легко доступным в любое время. Лишь проход валов, выпускных труб и отдельных тяг требует дальнейших забот.

Хорошая звукоизоляция способствует хорошему самочувствию на борту судна. Следовало бы в заключение привести краткие данные относительно уровня громкости, которые упоминаются в технических статьях и отчетах об испытаниях.

Уровень громкости измеряется в децибелах или фонах. При этом под нулем децибел подразумевается момент, при котором нормальный тон с частотой, равной 1000 Гц, не слышен. Он является нижним порогом слышимости. Другим пределом уровня громкости является значение, равное 130 дБ. Оно соответствует такому сильному шуму, что уже ощущается боль, и поэтому называется болевым порогом. В настоящее время на иных концертах уровень громкости музыки в зале превышает 100 дБ. В капелле было замерено даже 120 дБ. Нормального слушателя злит уже громкость, равная 90 дБ. Для оценки самочувствия на борту полезны следующие сведения: менее 65 дБ — приятные тихие помещения (спальни); 70 дБ — пригодно для нахождения днем в рубке и на посту управления; до 80 дБ — можно разговаривать не напрягаясь; 70—95 дБ — зона обычных транспортных шумов; 85—95 дБ — допустимо на посту моториста у дизеля; 90—120 дБ при длительном воздействии может возникнуть глухота; громкость свыше 120 дБ возникает при работе пневматических молотков и реактивного двигателя самолета и действует еще более вредно.

Едва ли строят катера с каютами, у которых не был бы использован какой-либо из видов шумоизоляции. Эффективная звукоизоляция требует обширных мероприятий, является дорогостоящей и затягивает, к сожалению, сроки постройки. Поэтому при заказе не следует надеяться на звукоизоляцию, как бесплатное приложение, хотя изоляционные материалы сами по себе не являются дорогими. Однако осложнения при постройке являются значительными и вызывают увеличение стоимости.

¹ Судя по материалам оригинала книги, приведенным в нем примерам взаимоотношений «Астиллера Баадера» (верфи Баадера) с заказчиками, видно, что проектирование и постройка спортивных и туристских катеров и моторных яхт были для инженера Баадера не любительским увлечением («хобби»), а основной профессией.

² Это утверждение автора вряд ли обосновано; он не уточняет, какие обводы следует считать «чисто V-образными». Есть основания полагать, что А. Хикман (известный изобретатель «морских саней») успешно испытывал чисто глиссирующий катер «Випер» еще в 1907 г. Этот катер имел легкий плоскодонный безреданный корпус с острой скулой. Длина корпуса 6,1 м, ширина по скуле 1,33 м. Скорость с двигателем мощностью 12 л. с. — до 29 км/ч, с двигателем мощностью 27 л. с. — около 39 км/ч, с двигателем мощностью 30 л. с. — до 43 км/ч, т. е. $R > 17$ относительно длины КВЛ покоя. Значение R можно достаточно хорошо определить по ходовой длине КВЛ — у «Випера» на ходу $R > 20$, т. е. наблюдалось чистое глиссирование, что и привело к резкому возрастанию скорости при увеличении мощности от 27 до 30 л. с.

³ Это утверждение сейчас уже не соответствует действительности. Современные многооборотные катерные дизели (например «Волво-Пента», «Перкинс», «Камминс») с частотой вращения 3000—4500 об/мин по размерам, весу, вибрации и шумности практически не отличаются от бензиновых двигателей.

⁴ По-видимому, это замечание справедливо для небольших катеростроительных верфей Американского континента, работавших главным образом методами использования «фирменного опыта». Несмотря на большой объем американской литературы по катеростроению, серьезные обобщающие работы по вопросам проектирования катеров публиковались только в Европе. Большой вклад в развитие основных теоретических положений проектирования катеров и глиссеров сделан советскими учеными и конструкторами. Упрек Х. Баадера не относится к европейским специалистам-катеростроителям.

⁵ Транцевая корма у таких судов всегда располагается выше ватерлинии и является только конструктивным элементом, связанным с назначением судна.

⁶ Здесь, как и далее в книге, принят «коэффициент скорости» (относительная скорость)

$$R = \frac{v}{\sqrt{L}},$$

где v — скорость катера, км/ч; L — длина корпуса катера по КВЛ, м.
Режимы движения катеров по Баадеру характеризуются именно значением R ; в частности, Х. Баадер указывает для режима, переходного от плавания к гли-

сированию, $1 \leq R \leq 8$ (в оригинале — режим «частичного глиссирования»). При этом режим движения будет зависеть и от таких характеристик катера, как отношение длины к ширине катера по КВЛ в состоянии покоя. Исследованиями, проведенными в СССР, установлена более обоснованная зависимость режимов движения от числа Фруда по водоизмещению:

$$Fr_D = \frac{v}{\sqrt{gV/V}}$$

где v — скорость катера, м/с; $g = 9,81$ — ускорение силы тяжести, м/с²; V — объемное водоизмещение катера в состоянии покоя (для пресной воды численно равно водоизмещению катера в тоннах), м³.

Режимы движения соответствуют следующим значениям Fr_D : плавание $Fr_D \leq 1$; переходной режим $1 \leq Fr_D \leq 3$; начало глиссирования $Fr_D \geq 3$. Полное (чистое) глиссирование отмечается при $Fr_D > 5$.

⁷ Такое явление наблюдается и у средних катеров, например у катеров длиной 8—10 м при скорости 12—15 км/ч.

⁸ Конечно, может идти речь о начале наступления переходного режима движения, когда целесообразны обводы с широким малокилеватым транцем и округлой скулой, очерченной весьма малым радиусом.

⁹ Вопрос о значении R , выше которого V-образные обводы оказываются, безусловно, оптимальными, не может быть решен без учета реальных условий эксплуатации катера. В первую очередь необходимо учитывать требования к мореходности катера. Во многих случаях обеспечение устойчивого хода на волнении приведет к выбору округлых обводов, хотя в условиях тихой воды у судов с V-образными обводами скорость могла быть, при прочих равных условиях, более высокой. Для маленького тихоходного туристского катера остроклювые обводы могут быть выбраны с целью получения большего внутреннего объема каюты, хотя при округлых обводах скорость такого катера была бы на 3—5% выше.

¹⁰ Этот вид движения над водой с использованием ее влияния как опорной поверхности носит название «экранного полета».

¹¹ Для катеров и других малотоннажных моторных судов «дрейфование», характеризующееся автором книги как плавание при полном отсутствии волнообразования (имеется только сопротивление трения), не является реальным режимом движения.

¹² Принятая здесь терминология не вполне соответствует применяемой в отечественной судостроительной литературе, но она отвечает своеобразной последовательности изложения вопросов автором книги и поэтому оставлена в переводе без переработки.

¹³ Нельзя не отметить своеобразное осмысливание автором процессов проектирования, типичных для создания относительно быстроходных катеров, имеющих обводы с широкой транцевой кормой. Несомненно, автор создавал такие обводы чисто эмпирически (см. рис. 24), но в книге обосновывает их логично, с учетом практики проектирования катеров единичной постройки в условиях небольшой катеростроительной верфи.

¹⁴ Основной причиной успеха первого катера безусловно были не удачные обводы кормовой части днища, а заметное увеличение длины КВЛ!

¹⁵ Это в общем правильное положение не исключает необходимости обычных расчетов плавучести для быстроходных глиссеров. В частности, чтобы оценить их поведение на малом ходу, исключить неприятную возможность заливания при маневрировании, разгоне, остановке и т. д. Хотя статические расчеты плавучести не объясняют сложных динамических процессов, при определенном опыте результаты расчетов во многом помогут оценить ход этих процессов.

¹⁶ Вывод вряд ли обоснован и противоречит многократным высказываниям автора о связи формы шпангоутов с относительной скоростью (коэффициентом скорости R). Применение остроклювых форм шпангоутов при высоких значениях R целесообразно и обосновано; утверждение, что V-образные и округлые обводы почти равноценны при больших скоростях, не находит практического

подтверждения. Но совершенно правильно подчеркивается значение продольного профилирования днища у быстроходных судов. Большой подъем киля и скулы от миделя в корму приводит к недопустимому увеличению дифферента на корму, способствует волнообразованию, возрастанию сопротивления. Не помогает и уменьшение килеватости днища с понижением скулы к транцу. Несмотря на то что примыкающие к скуле области кормовой части днища встретят набегающий поток с положительным углом атаки и на них возникнет подъемная сила, уменьшающая дифферент, большой участок площади днища у киля будет продолжать двигаться с отрицательными углами атаки, создавая «зону подсосывания» (см. схему 1), существенно увеличивающую сопротивление воды движению катера.

¹⁷ Для небольших катеров форму ϵ следует особенно рекомендовать к применению на морских рабочих, спасательных шлюпках, бортовых тихоходных катерах морских судов. Она обеспечивает лучшие условия работы гребного винта. К сожалению, это часто забывают. Форму δ , неудовлетворительную в отношении мореходности, в настоящее время не применяют. На больших моторных яхтах с умеренной скоростью иногда встречается форма кормы подобных очертаний.

¹⁸ Это несколько противоречит сказанному выше о том, что критическая скорость прямо связана со значением $R = 5,25$. По-видимому, Х. Баадер считает необходимым предостеречь проектировщиков даже от приближения к относительной скорости, соответствующей $R = 5,25$.

¹⁹ Нельзя согласиться с автором, что именно 1960 г. был началом какого-то нового этапа в развитии катеростроения, как было, например, в 1930 г., когда практически все катеростроительные фирмы в Европе и США начали серийно выпускать «настоящие V-образные» катера и скорость сразу возросла с 25—35 до 50—70 км/ч. К 1960 г. ясно наметились основные линии развития в гражданском катеростроении, главным образом в конструкциях быстроходных катеров и мотолодок, используемых владельцами для развозов, ближнего туризма и спорта. Этими линиями развития были:

применение ластифицированной древесины и стеклопластика для корпусов; возможность создания из этих новых материалов различных усложненных обводов, улучшающих ходовые и мореходные качества катеров;

повышение мощности подвесных лодочных моторов, оборудование их электростартерами, однорычажным управлением и окончательное превращение их из съемного средства моторизации гребных лодок в основную моторную установку для мотолодок и небольших катеров;

почти полное исчезновение на быстроходных катерах стационарных «специально катерных» двигателей и самое широкое использование на них двигателей, получаемых в результате большой судовой конверсии универсальных транспортных бензиновых двигателей и дизелей массового производства, — распространение Z-образных передач на гребные винты (угловых колонок).

²⁰ Такая условная и достаточно неопределенная характеристика килеватости может привести к недоразумениям. Впрочем, необходимость в искусственном приеме для определения угла килеватости возникает лишь тогда, когда шпангоуты имеют форму, подобную b на рис. 37. Иногда для V-образных шпангоутов без ясно выраженного излома на скуле рекомендуется другой способ, при котором соединяют прямой точкой примыкания шпангоута к диаметральной и точку пересечения обвода днищевой ветви шпангоута с КВЛ и считают углом килеватости угол между этой прямой и горизонтом (см. схему 2).

²¹ В СССР и во многих европейских странах теоретические шпангоуты нумеруют в обратном порядке — от форштевня к корме.

²² Это неверно. Катера с такими обводами, применявшимися преимущественно немецкими катеростроительными предприятиями, часто оборудовали до-

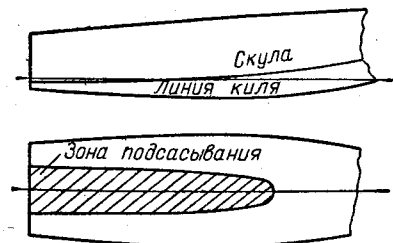


Схема 1.

статочными мощными двигателями, позволявшими развить скорость, соответствующую переходному режиму ($R = 12+16$).

²³ И все же эти обводы почти не встречаются у современных быстроходных катеров; большая килеватость носовых обводов приводит к относительно небольшому подъему носовой части катера на ходу и, следовательно, к умеренному дифференту на корму.

²⁴ В отечественной литературе по моторостроению эта зависимость наибольшей тормозной мощности от частоты вращения двигателя называется внешней характеристикой двигателя. Автор не учитывает того факта, что двигатель при неправильно рассчитанном винте может не развить номинальную частоту вращения, а при легком винте превзойти ее.

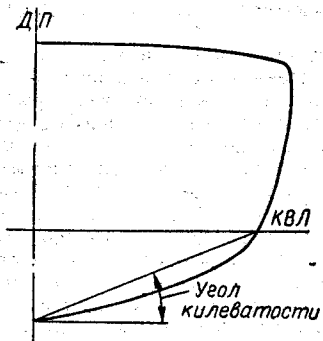


Схема 2.

Такого рода высказывания встречаются в трудах и других зарубежных авторов по вопросам судостроения. Эти авторы признают, что нередко результаты статочных испытаний сознательно «подгоняют» к условиям контрактов или к пожеланиям возможных покупателей судов. В отечественном катеростроении многие показатели и характеристики катеров и мотолодок плохо фиксируются ввиду недостаточной продуманности программ испытаний. Часто совершенно ошибочно полагают, что для малотоннажного судна требуется небольшой объем испытаний. Как будто число замеряемых на испытаниях параметров прямо зависит от водоизмещения судна! Между тем именно в катеростроении, где при проектировании

данные о прототипах обоснованно широко применяют, особенно важно получение (и опубликование) проверенных на испытаниях, вполне достоверных численных данных о ходовых, маневренных, мореходных и других качествах катеров, о связи с их размерениями, типом обводов и остальными техническими характеристиками.

Одновременно замечание Х. Баадера о поверхностном проведении ходовых испытаний новых катеров еще раз подчеркивает необходимость весьма критически принимать характеристики катеров, приводимые в зарубежных фирменных проспектах и даже в журнальных статьях.

²⁶ Автор прав: различного рода эмпирические формулы, номограммы и упрощенные методы расчета скорости катеров не учитывают всего многообразия факторов, влияющих на действительную скорость катера (например, качество регулировки систем двигателя, окраски корпуса). Однако это справедливо только применительно к конкретному катеру, для которого все множество факторов, влияющих на его скорость, суммируется в двух основных обстоятельствах: удачна или неудачна конструкция катера, в хорошем или в плохом состоянии его корпус, механизмы и устройства. Если же говорить об определении скорости катера в процессе проектирования упрощенными, а на самом деле обобщенными методами, то нет оснований к столь пессимистическому выводу, как высказанное Х. Баадером в начале этой главы мнение, что скорость строящегося катера точно рассчитать невозможно. Проектируя новый катер, рассчитывают скорость, которую должен иметь создаваемый катер при выбранном двигателе, размерениях, нагрузке, а не ту скорость, которая может получиться, если проект катера будет выполнен неумело или, наоборот, если ранее не проверявшееся нововведение окажется исключительно удачным, эффективным и приведет к заметному увеличению скорости катера. Никто не проектирует заведомо неудачные катера и немногие берутся гарантировать успех от применения не проверенного, не исследованного ранее усовершенствования обводов или конструкции! Если расчет скорости катера рассматривать с изложенной точки зрения и оценивать ходовые качества нового катера по тому, будет ли действительная его скорость выше или ниже определенной в проекте, то любой метод, основанный на квалифицирован-

ной обработке проверенных данных по большому числу испытанных катеров, которые являются обычными удачными катерами, может быть использован при проектировании. Вопрос лишь в том, чтобы принятый метод расчета соответствовал типу проектируемого катера, чтобы номограмма для расчета скорости гонимого глассера не использовалась для расчета скорости мореходного туристского катера; чтобы метод расчета скорости, разработанный путем обработки результатов испытаний моторно-парусных яхт, не применялся при проектировании быстроходных спортивных катеров и т. д. Многие эмпирические формулы номограммы для расчета скорости мотолодок, катеров и глассеров приведены в книгах Л. Л. Романенко, Л. С. Щербакова (Моторная лодка. Л., «Судостроение», 1971); Ю. В. Емельянова (Малые туристские моторные суда. Л., «Судостроение», 1967); Л. М. Кривоносова (Расчеты и чертежи в лубительском судостроении. Л., Изд-во ДОСААФ, 1964).

²⁷ По-видимому, Х. Баадер имеет в виду, что даже самая тщательная обработка обводов, без столь же внимательного рассмотрения и оптимального решения остальных вопросов проектирования катера, не обеспечивает получения удовлетворительных результатов; однако это ни в коем случае нельзя понимать как указание на маловажность, вторичность задачи нахождения оптимальных обводов. Такая задача всегда остается первостепенной, особенно для быстроходных катеров. Недостаточно обоснованным представляется утверждение автора о большом значении абсолютного размера катера при оценке его «удачности». Тезис автора, что маленькие катера всегда малоудачны, а большие почти всегда удачны, может быть объяснен лишь тем, что при практически встречающихся абсолютных скоростях маленькие катера всегда быстроходнее (имеют высокую относительную скорость R), а создание быстроходных катеров труднее, чем тихоходных, и возможность ошибок и неудачных конструкций при больших значениях R много выше, чем при $R < 4,5$.

²⁸ Х. Баадер достаточно своеобразно рассматривает сопротивление воды движению катеров. Его изложение отличается от принятого в отечественной судостроительной литературе. Однако поскольку сделанные автором выводы правильны и их обоснование связано с последующим текстом, перевод сделан без принципиальных изменений. Вопросы ходкости катеров могут быть дополнены материалами, изложенными в книгах Л. Л. Романенко, Л. С. Щербакова и Л. М. Кривоносова (см. замечание 26) и в книге Я. И. Войткунского «Сопротивление воды движению судов», Л., «Судостроение», 1964).

²⁹ Вновь повторяемое Х. Баадером утверждение об априорной «неудачности» абсолютно малых катеров, как и обоснование этого относительно большим значением сопротивления трения, остаются на ответственности автора. Рекомендации об исправлении величины C_D в зависимости от качества обводов тоже не могут считаться бесспорными, тем более что предлагаемые критерии качества обводов выражены весьма нечетко. Однако автору книги нельзя отказать в обширном практическом опыте создания различных катеров и в умении представлять этот опыт в обобщенном виде. Взгляды Х. Баадера на те или иные вопросы проектирования катеров, даже если они в какой-либо части вызывают сомнения и не могут быть безоговорочно приняты, интересны тем, что отражают практику зарубежных катеростроительных верфей и проектных бюро.

³⁰ Вот уж действительно «коммерческий подход» к решению технических вопросов! Следует иметь в виду, что изложенные здесь соображения относятся к достаточно большим моторным яхтам. Как видно из последующего, Х. Баадер не является принципиальным противником катеров с малым отношением длины к ширине. Когда речь идет о небольших быстроходных катерах, он сам приводит примеры хороших катеров с современными соотношениями размерений.

³¹ Этот пример, как и сделанный вывод, относится к большому туристскому катеру (морской моторной яхте), но даже в этом случае он не столь очевиден, как утверждает автор. В применении же к средним и малым катерам он недоказателен.

³² Society of Naval Architects and Marine Engineers — общество инженеров-кораблестроителей и морских инженеров-механиков (США).

³³ В рассуждениях автора о сравнительных характеристиках катеров «длинного и узкого» и «короткого и широкого» ясно видно стремление привести чита-

теля к выводу о преимуществах «длинного и узкого». Это явно противоречит общей тенденции современного катеростроения к созданию «коротких и широких» катеров и не может быть объяснено тем, что Х. Баадер писал свою книгу в 1968—1970 гг., так как указанная тенденция четко проявилась уже в конце 50-х годов. Симпатии Х. Баадера к более длинным катерам обусловлены, по-видимому, тем, что, во-первых, его наиболее активная практическая деятельность относится к периоду до 1960 г. и, во-вторых, ее содержание в большей мере определялось проектированием и постройкой достаточно крупных туристских катеров и морских моторных яхт с невысокими скоростями, для которых оптимальны сравнительно большие отношения длины к ширине корпуса ($L/B = 3,8 \div 4,5$).

То, что тенденция строить «короткие и широкие» катера — не временная, показывает, например, анализ размерений случайно выбранных американских и английских катеров, моделей 1975 г., длиной от 5,4 до 10,8 м. Наименьшее значение $L/B = 2,46$ имеет быстроходный катер длиной 9,75 м, наибольшее отношение $L/B = 3,37$ — мореходный катер длиной 10,1 м с умеренной скоростью до 27,7 км/ч. У других катеров отношение L/B не превышает трех, но преимущественно составляет 2,6—2,8. Только у больших туристских катеров длиной более 15—16 м нередко встречается $L/B = 3,8 \div 4,5$.

³⁴ Автор имеет в виду, что перечисленные им факторы, влияющие на «неудачность» катера, практически не могут быть изменены на уже построенном объекте. Симпатии Х. Баадера к катерам с большим значением L/B здесь разумно оговорены: такие значения L/B оптимальны только для катеров с малой и средней скоростью, когда $R \leq 8$, а преимущественно относятся к катерам, имеющим $R \ll 4,5$. Понятие «тяжелые» относится к катерам, перегруженным оборудованием, тяжелыми двигателями, в результате чего получается очень большое отношение осадки к ширине корпуса, увеличивается вес, приходящийся на единицу площади КВЛ, и т. д.

Предупреждение Х. Баадера об «опасности» строить катера большой ширины имеет основание только для действительно неудачных, неумело спроектированных катеров.

³⁵ Эта диаграмма была разработана в США на основе проводившихся в конце 50-х годов испытаний мотолодок обычных для тех лет конструкций. В настоящее время ее нужно принимать, как дающую заведомо безопасные значения допустимой мощности подвесных моторов. Тем не менее при пользовании диаграммой следует иметь в виду, что для мотолодок с необычно большим отношением длины к ширине ($L/B > 3,2$) предельная мощность мотора, определенная по диаграмме, будет преувеличенной. Например, первоначально выпускавшаяся отечественная дюралевая моторная лодка «Казанка» при длине 4,6 м и ширине транца 1,2 м ($4,6 \cdot 1,2 = 5,52 \text{ м}^2$) могла быть по диаграмме безопасно оборудована подвесным мотором мощностью до 30 л. с., хотя фактически, когда на ней был установлен мотор «Вихрь» мощностью всего 17 л. с., требовалась величайшая осторожность в управлении этой лодкой. При оборудовании лодки моторами мощностью свыше 10—12 л. с. аварий на ней было очень много. Современные катера и моторные лодки со сложными обводами, повышающими остойчивость («тримараны», «кафедралы» и т. п.), с $L/B < 2,7$ и притупленными носовыми образованиями могут вполне безопасно иметь несколько большую мощность подвесных моторов по сравнению с вычисляемой согласно диаграмме.

³⁶ Моторная ниша или вторая переборка у транца в настоящее время обязательно рекомендуется на катерах и мотолодках с подвесными моторами, за исключением самых легких открытых мотолодок для рыболовов и охотников, и рассчитанных на моторы мощностью до 3—5 л. с.

³⁷ По-видимому, автор понимает под «большими» морские туристские катера длиной более 12—14 м (моторные яхты). Современные подвесные лодочные моторы мощностью 75—150 л. с. с электростартерами и дистанционными системами управления успешно применяются на быстроходных спортивных и туристских катерах длиной до 6—9 м (а иногда и более) в качестве основной моторной установки, не занимающей полезной площади в корпусе катера (см. рис. 69—71 и 76).

³⁸ К сожалению, такое расположение поста управления, обеспечивающее удобное сиденье для водителя и укрытие его от непогоды, в реальных условиях эксплуатации оказывается непрактичным, так как при плохой видимости у води-

теля возникает желание наблюдать за обстановкой по курсу не через стекло рубки, а непосредственно. Как правило, для этого над постом управления, в крыше рубки, приходится делать сдвижной или откидной люк.

³⁹ Катера подобных размеров и характеристик могут также иметь название разведных. Принятое Х. Баадером название «открытые спортивные катера» относится к катерам для спортивного туризма, для дневных прогулок с высокой скоростью. «Спортивный катер» в данном случае не может означать, что катер специально предназначен для участия в соревнованиях по водно-моторному спорту (к таким катерам предъявляются особые технические требования и ограничения, предусматриваемые спортивной классификацией моторных судов, входящей в состав «Правил соревнований по водно-моторному спорту»).

⁴⁰ Здесь автор противоречит самому себе (см. выше замечание 27), но в этом случае с ним нельзя не согласиться; для быстроходного катера ошибка в выборе обводов, как правило, означает полную неудачу при проектировании катера.

⁴¹ Автор не дает определения, что он считает «средней длиной катера». Судя по приведенным далее размерениям, «средняя длина» весьма близка к среднему арифметическому из наибольшей длины катера и его длины по КВЛ.

⁴² Прогресс в развитии быстроходных катерных дизелей и дизелей легковых автомобилей, конвертируемых затем в катерные (например, «Мерседес-Бенц») был столь большим за последние 10 лет, что оговорки автора о возможном снижении действительных результатов не имеют серьезных оснований (см. замечание 3).

⁴³ Несмотря на то что Х. Баадер во всех разделах книги отдает явное предпочтение катерам с большим отношением L/B (см. замечание 33), в сравнении катеров «Кариока» и «Диана» он смог прямо отметить только одно преимущество более длинного катера «Диана» — меньшее волнообразование, не мешающее стоящим у причалов катерам. Данное в таблице сравнение элементов обоих катеров также содержит определенную тенденцию представить катер «Диана» в благоприятном свете. Например, не указано, что водоизмещение «Дианы» на 8% ниже, чем «Кариоки»; скорость сравнивается при мощности только до 185 л. с., когда «Кариока» находится в самом начале наступления переходного режима, для которого округлые обводы «Дианы» более выгодны, чем остроскулые у «Кариоки». Сравнение же при более высоких значениях мощности и скорости, когда катер «Кариока» получил бы безусловное преимущество, опущено. В сравнении «длинного и узкого» и «короткого и широкого» катеров автор книги явно не беспристрастен.

⁴⁴ Нельзя отказать автору в последовательном стремлении показать, что современные более короткие и остроскулые туристские катера менее экономичны, мореходны и комфортабельны, чем «классические» морские моторные яхты с относительно большим отношением L/B и округлыми обводами! Но в приведенном примере сравниваются два разнотипных катера, причем один из них, явно более быстроходный, поставлен в несравнимые, невыгодные для него условия. Весьма вероятно, что ему пришлось идти в режиме, близком к «горбу сопротивления». Если бы он, будучи не связан с другим катером, шел своим обычным крейсерским ходом, время в пути было бы меньше, экономичность возросла бы и т. д. Справедливо лишь то, что качка на волнении у более длинного круглоскулого катера несомненно мягче, плавнее.

⁴⁵ Деревянный корпус имеет еще важное для моторной яхты преимущество — уменьшает структурный шум. Сравнительная стоимость материала (в частности, легких сплавов) зависит от конкретных условий и не является постоянно действующим критерием.

⁴⁶ Относительная слабость узла соединения ветвей шпангоутов на острой скуле присуща конструкциям обычных деревянных катеров, но и для них были разработаны совершенно надежные решения. При постройке современных корпусов V-образных катеров из клееной древесины, легких металлов или пластмасс обеспечивается необходимая прочность всех узлов. Поэтому выбор обводов должен зависеть от ходкости, мореходности и определяться из условий удовлетворения требований именно к этим качествам катера, но не из опасения ослабить V-образные шпангоуты на изломе скулы.

⁴⁷ Моторно-парусные яхты («мотор-зеглер», «мотор-сейлер») представляют собой интересный, особый класс малотоннажных судов, предназначенных для большого морского туризма, не исключаящего и океанские переходы. В СССР этот класс малых туристских моторных судов почти неизвестен, хотя для водно-спортивных, туристских клубов нашей страны использование моторно-парусных яхт для походов коллективов было бы целесообразным. На моторно-парусных яхтах, находящихся в личном пользовании, также можно было бы совершать путешествия по крупным рекам и водохранилищам с морскими переходами из одного речного бассейна в другой.

Для моторно-парусных яхт относительно большие размерения не обязательны. Нормальные условия обитаемости всех членов туристской группы во время длительных, в течение нескольких суток, безостановочных переходов могут быть обеспечены при небольшой длине корпуса яхты.

К общей характеристике особенностей моторно-парусных яхт и их отличий от парусных яхт со вспомогательным двигателем или туристских катеров со вспомогательными парусами, приведенных здесь Х. Баадером, можно добавить некоторые численные характеристики. Эти характеристики получены в результате обработки спецификационных данных по 35 моторно-парусным яхтам, строившимся в 1974—1975 гг. катеростроительными верфями Англии, Голландии, Финляндии, и данных по нескольким моторно-парусным яхтам, ранее построенным в ФРГ, Швеции, Франции и США. Длина корпусов яхт от 6,5 до 15 м, обитаемость 4—10 человек. Поскольку по различным источникам полнота данных оказывается большей или меньшей, некоторые относительные значения, приводимые ниже, получены обработкой данных лишь по части рассмотренных моторно-парусных яхт, по которым представилась возможность получить необходимые исходные данные. Скорость моторно-парусных яхт «под мотором» небольшая — от 11 до 17 км/ч, соответственно невысока и их энерговооруженность, составляющая 7—11 л. с. на тонну водоизмещения. Площадь парусности обычно равна 6—8 м² на тонну водоизмещения; значения менее 4 м²/т и более 10 м²/т не встречаются. Число спальных мест на моторно-парусных яхтах зависит преимущественно от длины яхты. Минимальные значения длины корпуса моторно-парусной яхты для обеспечения нормальной обитаемости групп в 4,5 и 6 человек 6,8, 7,2 и 7,6 м; если группа состоит из восьми или десяти человек, длина яхты должна быть соответственно 10 или 12 м. С целью сравнения приведем данные типичного не быстროходного морского туристского катера среднего размера (длина 9,75 м и ширина 3,66 м) со вспомогательным парусом, используемым для хода при попутном ветре и смягчения бортовой качки: энерговооруженность этого катера составила 15 л. с. на тонну водоизмещения, а площадь парусов всего 1,1 м²/т.

⁴⁸ Это неверное утверждение. Кормовые каюты целесообразны и на катерах существенно меньшей длины (см., например, книгу: Ю. В. Емельянов. Малые туристские моторные суда. Л., «Судостроение», 1967). Правда, на моторно-парусных яхтах, предназначенных для длительных морских туристских походов, помещения должны быть более свободными, чем на малых туристских катерах, но моторно-парусная яхта длиной 8—8,5 м с кормовой каютой практически возможна.

⁴⁹ Автор несколько раз упоминает «резерв мощности», который, по его мнению, целесообразно предусматривать на морских моторных яхтах, моторно-парусных яхтах, больших морских катерах и с этой целью устанавливать на них двигатели номинальной мощностью на 50—90% выше расчетной мощности, достаточной для достижения заданной скорости. Этот резерв мощности автор обосновывает «осторожностью» и обеспечением долговечности двигателей. По-видимому, эти рекомендации автора вызваны опасением, что построенная моторная яхта или катер не достигнет на сдаточных испытаниях оговоренной контрактной скорости. Но есть и более серьезные инженерные обоснования целесообразности запаса мощности, который может быть использован в критических случаях, когда в условиях сильного ветра и волнения необходимо обеспечить катеру ход и управляемость, не достигаемые при нормальной расчетной мощности двигателя. Поскольку такой редко используемый запас мощности решает и вторую задачу — повышение моторресурса двигателя, эту рекомендацию Х. Баадера можно принять.

Следует, однако, учесть, что установка двигателя с неиспользуемым в нормальных условиях запасом мощности потребует дополнительных затрат на его приобретение, повысит удельный расход топлива, увеличит вес и габариты моторной установки. Как следствие этого, возрастет водоизмещение и уменьшится нормальная, крейсерская скорость катера. Поэтому размер «резерва» не следует преувеличивать и лучше ограничить его 20—35% расчетной мощности, особенно если она определена квалифицированно.

⁵⁰ Достаточно странное заключение? Вряд ли можно говорить о высоких качествах моторно-парусных яхт, если полностью исключить использование парусного вооружения. Удачность конструкции и общего расположения многих моторно-парусных яхт, несомненная общая привлекательность их архитектуры не дают основания считать их целесообразными судами, если парусное вооружение — лишь декоративный элемент, своего рода внешнее украшение.

⁵¹ Вряд ли такая яхта с мотором может считаться настоящей моторно-парусной яхтой. Даже при двух участниках плавания крайне трудно в шестиметровом корпусе воспроизвести такие элементы моторно-парусных яхт, как кокпит с защищенным постом управления, столик для карт, камбуз-комод, шкаф, изолированный туалет.

Конечно, можно совершать океанские плавания на предельно малых парусных яхтах, оборудованных двигателями небольшой мощности (примеры таких плаваний известны), но это все же не будет настоящей моторно-парусной яхтой!

⁵² Корректированными международными правилами соревнований по водно-моторному спорту, изданными Международным союзом водно-моторного спорта (Union Internationale Motorautique — UIM) через три года после выхода в свет книги Х. Баадера и действующими до последнего времени, предусматриваются следующие (приводимые здесь в выдержках) основные спортивные классификационные требования к катерам, участвующим в морских гонках на большие дистанции:

катера в зависимости от общего рабочего объема цилиндров двигателей делятся на два класса: класс 1 с бензиновыми двигателями рабочим объемом до 16 400 см³ и с дизелями рабочим объемом до 32 800 см³ включительно; класс 2 с бензиновыми двигателями рабочим объемом до 8200 см³ или с дизелями рабочим объемом до 16 400 см³ включительно;

длина корпусов катеров обоих классов должна быть не более 13,72 м и не менее 6,10 м;

при установке подвесных моторов обязательна водонепроницаемая подмоторная ниша;

упор движителя должен полностью создаваться в воде; воздушные движители запрещены; водометы допускаются;

двигатели должны быть серийными и работать на обычном топливе с октановым числом не выше 130;

реверсивное устройство обязательно;

предусматривается оборудование и снаряжение, обеспечивающее безопасность;

дополнительные требования предъявляются к катерам с каютами классов С1 и С2.

Для некоторых видов морских гонок катеров, например, Каус—Торки—Каус (Англия), имеются дополнительные требования по обмеру катеров [см. сборник «Катера и яхты», «Судостроение», 1971, № 2 (30), с. 52—53].

⁵³ С середины 50-х годов, когда впервые были проведены морские гонки быстროходных катеров между Атлантическим побережьем США и Багамскими островами (гонки Майами—Нассау), популярность таких гонок на большие дистанции непрерывно возрастает. Гонки катеров на морских трассах потребовали разработки конструкций катеров, которые сочетали бы в себе высокую быстროходность, отличные мореходные качества, совершенную надежность и необходимую прочность. Практика этих гонок показала, что создание катера, обладающего перечисленными свойствами, не означает, что он будет иметь наибольшие шансы на победу. Перегрузки, возникающие при ходе такого катера на волнении, становились невыносимыми для команды; выходили из строя не катера, а гонщики, вынужденные снижать скорость, чтобы уменьшить перегрузки (удары о волны)

до сколько-нибудь терпимых. Предложенные Раймондом Хантом в конце 50-х годов остроскулые сильно килеватые обводы типа глубокого V, как и впервые появившиеся в 1961 г. своеобразные обводы (дельта форма) итальянского конструктора Ренато Леви, создавались именно в целях уменьшения динамических перегрузок во время хода на волнении с предельно высокой скоростью при сохранении достаточно высокого гидродинамического качества. Развитие конструкций гоночных катеров с такими обводами и вызвало еще больший интерес к морским гонкам на них, которые сейчас можно считать едва ли не самыми популярными соревнованиями в зарубежном водно-моторном спорте. Например, в спортивном календаре главнейших международных соревнований по водно-моторному спорту на 1974 г. предусматривались: морские гонки катеров «Оф Шо»—55; гонки катеров и глиссеров на больших кольцевых дистанциях, включая и гонки на время (3-, 6- и 24-часовые)—28; соревнования гоночных глиссеров и скутеров на наивысшую скорость на небольших дистанциях (3—15 миль)—18! Ежегодно проводимые гонки катеров на трассе Каус—Торки—Каус у южного берега Англии, результаты победителей которых в 1961—1969 гг. приводятся Х. Баадером, продолжают вызывать большой интерес. В 1970 г. первым пришел английский катер «Мисс Энфилд-2» длиной 9,91 м с двумя двигателями общей мощностью 850 л. с., показавший скорость 94,2 км/ч; в 1971 и 1972 гг. первыми были катера, построенные в США, но с итальянскими командами, оба катера «Леди Нара» и «Аэромарин» имели длину 10,97 м и близкие значения мощности — 950 и 984 л. с., но скорость, показанная ими, была различной — 62,8 и 88,5 км/ч, что в значительной степени зависело от погодных условий. 1973 г. принес успех англичанам: на катере «Юноут» длиной 11,28 м с двумя двигателями общей мощностью 1200 л. с. была достигнута наивысшая средняя скорость 99,8 км/ч. В 1974 г. опять победила итальянская команда на катере американской постройки «Драй Мартини» длиной 10,97 м мощностью 1200 л. с. Достигнутая скорость 107,6 км/ч была рекордной для этих гонок (на 0,3 км/ч выше достигнутой в 1969 г.).

Ежегодно проводятся «самые старые» гонки Майами—Нассау. В 1974 г. их выиграл американский гоночник Б. Мартин на катере «Баунти Хантер» длиной 12,2 м, мощностью около 1000 л. с., показав высокую скорость 115,9 км/ч, несмотря на сложные погодные условия (из 17 стартовавших катеров закончили гонку только 9). Стремление сделать океанские гонки катеров более интересными и значительными привело к организации, например, таких гонок, как Лондон—Монте-Карло на дистанции протяженностью около 4800 км (2600 морских миль) через Ла-Манш, Бискайский залив, Средиземное море. Из стартовавших 21 катера закончили дистанцию 10, причем лишь 6 выполнили условия соревнования. Катера классифицировались по Правилам UIM для катеров, участвующих в гонках «Оф Шо» (см. замечание 52). Первым пришел английский катер HTS длиной 10,06 м с деревянным корпусом и двумя дизелями по 250 л. с. Средняя скорость на всей дистанции была 66 км/ч.

Кроме больших морских гонок катеров в зарубежном водно-моторном спорте вызывают интерес соревнования «на время» с большой продолжительностью. Наиболее известны ежегодные соревнования «6 часов Парижа» и «24 часа Руана», проводимые во Франции и привлекающие большое число участников. Это свидетельствует, что в водно-моторном спорте наблюдается некоторый поворот от гонок на «чистую скорость» к соревнованиям, где наряду с показателем высокой скорости приобретают большое значение такие качества, как мореходность, надежность.

Скорость судов — победителей гонок «6 часов Парижа» приведена ниже:

Год	Скорость, км/ч	Год	Скорость, км/ч
1964	76,5	1969	108,2
1965	77,0	1970	117,4
1966	78,0	1971	123,9
1967	85,0	1972	139,9
1968	106,0	1973	134,7

С 1966 г. указанная скорость достигается на гоночных судах с подвесными моторами. Значение морских гонок катеров подчеркивается тем, что в составе руководящих органов UIM предусмотрена отдельная комиссия дальних морских и океанских гонок «Оф Шо».

⁵⁴ Правилами соревнования моторных судов применение аэродинамической разгрузки не разрешается. Аналогичное запрещение содержится и в действующих «Правилах соревнований по водно-моторному спорту» Федерации водно-моторного спорта СССР. Однако при современных предельных скоростях невозможно исключить воздействие на гоночные рекордные глиссеры достаточно больших аэродинамических сил, вполне соизмеримых с весом глиссеров, причем в большинстве случаев именно эти силы «стремятся поднять судно», вплоть до неуправляемых подлетов, нередко заканчивающихся опрокидыванием через транец, авариями и катастрофами. Техническая комиссия судейской коллегии соревнований по водно-моторному спорту с помощью ограничительных правил обмера корпуса вряд ли сможет заранее бесспорно определить, возникнут или нет у данного глиссера или скутера (а в будущем, вероятно, и катера или мотолодки) аэродинамические подъемные силы при ходе по трассе соревнований? У двухточечных глиссеров и скутеров, допускаемых на соревнования по водно-моторному спорту без каких-либо ограничений, аэродинамические подъемные силы, возникающие от взаимодействия плоского днища судна, поверхности воды и набегающего потока воздуха, — основа устойчивого движения.

⁵⁵ Форсирование двигателей в процессе их судовой конверсии для установки на морских гоночных катерах ограничено техническими требованиями, предусмотренными Правилами UIM. Для катеров классов 1 и 2, участвующих в гонках «Оф Шо», правилами допускается любая доработка двигателей, при условии, что картер двигателя, коленчатый вал, блок цилиндров и головки цилиндров останутся неизменными. Допускается шлифовка шеек коленчатого вала и расточка цилиндров, но не более чем на 1,524 мм (0,06 дюйма) от первоначального размера и при условии сохранения рабочего объема цилиндра двигателя в пределах, установленных для классов 1 и 2 (см. замечание 52).

⁵⁶ Конструкции весьма быстроходных дизельных катеров продолжают развиваться, однако до последнего времени указанный здесь мировой рекорд скорости на дизельном катере «Магнум» официально не был улучшен.

⁵⁷ Завоевание абсолютного мирового рекорда скорости на глиссерах с гребными винтами на этом приостановилось, возможно, потому, что мировой рекорд наивысшей скорости на воде был достигнут глиссерами с реактивными двигателями. Создание глиссера с гребным винтом для побития рекорда с такой высокой скоростью, как 322,54 км/ч, потребовало бы больших технических усилий и затрат. Улучшение же этого рекорда в сравнении с абсолютным мировым рекордом наивысшей скорости на воде (459 км/ч) не принесло бы славы конструктору глиссера и его водителю-рекордсмену. Не получила бы широкой рекламы и фирма, которая взялась бы построить подобный глиссер. Поэтому в неограниченном классе гоночных глиссеров с водяными винтами изредка улучшаются мировые рекорды скорости на такие дистанции, как 3, 5 и 15 миль или «на время» (1, 3, 6 ч. . .), причем скорость этих рекордов едва приближается к 200 км/ч.

⁵⁸ Выше автор не отмечает, что в движении двухточечных глиссеров существенное значение имеют аэродинамические силы, возникающие в результате взаимодействия днища с набегающим потоком воздуха, проходящим в «туннеле», образованном днищем глиссера, вертикальными внутренними стенками поплавок (спонсонов), днищевые поверхности которых опираются на поверхность воды, и самой поверхностью воды. Несомненно, что в «аэродинамике» хода двухточечных гоночных глиссеров характерно (особенно для быстроходных судов с динамическими принципами поддержания) «влияние опорной поверхности» (см. схему 3).

Аэродинамические силы не только обеспечивают «надежный ходовой дифферент и спокойный ход глиссера», но и оказывают решающее влияние на уменьшение суммарного сопротивления его движению, позволившие достигнуть рекордных скоростей.

Упомянутая выше стабилизирующая роль нижней части кронштейна гребного вала при ее соприкосновении с поверхностью воды ограничена.

Следует обратить внимание на важное замечание автора о значении формы носовой палубы «Сло-Мо-Шан IV» для исключения возможности подбрасывания глссера в воздух на предельных скоростях. При скорости выше 120—150 км/ч, особенно для моторных судов легкой конструкции, важна правильная оценка действия аэродинамических сил, появляющихся не только в результате увеличения сопротивления воздуха, но и вследствие возникновения вертикальных или боковых сил, способных повлиять на устойчивость глссера, его управляемость и стать причиной тяжелой аварии или катастрофы.

⁵⁹ Для гоночных глссеров неограниченного класса международными правилами по водно-моторному спорту не предусмотрены какие-либо ограничения обводов, конструкций, размерений и веса корпусов, кроме общих требований по обеспечению безопасности.

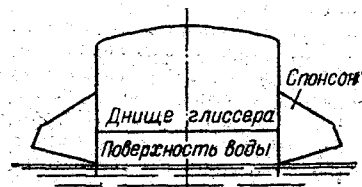


Схема 3.

⁶⁰ Американский гоночный класс «СК-катеров» был признан американской водно-моторной ассоциацией (American Power Boat Association — APBA) как обычный национальный класс достаточно простых и быстроходных гоночных катеров. В 1962 г. в США создан специальный комитет по гонкам с ускорением, в которых оказалось возможным успешно использовать «СК-катера». Комитет издает правила гонок «с ускорением», которые

включают и специальные классификационные требования к моторным судам, участвующим в таких гонках (это специфически американский вид водно-моторного спорта).

⁶¹ Нередко появляются сообщения о намерении того или иного гонщика, часто из числа водителей рекордных автомобилей, приступить к созданию глссера с реактивными или ракетными двигателями, чтобы побить рекорд Ли Тейлора.

В 1972 г. в печати сообщалось, что сам Ли Тейлор собирается установить новый абсолютный мировой рекорд, значительно превосходящий (более чем в 2 раза) рекорд 1967 г., однако эти сообщения не получили практического подтверждения.

Создание глссера, скорее аппарата для достижения сверхвысоких скоростей — очень сложная инженерная задача, требующая и времени, и средств, и большого объема работ специалистов различных профилей.

С гибелью Д. Кэмпбелла, а ранее Д. Кобба, многолетнее соперничество между Англией и США за обладание рекордом наивысшей скорости на воде прекратилось, и до сих пор не появился человек, располагающий нужными ресурсами, который мог бы возродить это соперничество. А при отсутствии конкуренции трудно рассчитывать на какие-либо активные действия по созданию новых необычных рекордных аппаратов с реактивными или ракетными двигателями в классе гоночных судов.

⁶² За последние годы достаточно подробно изучено движение быстроходных аппаратов и судов, использующих влияние поверхности воды в качестве опорной для создания воздушной подушки [суда на воздушной подушке (СВП)] или динамическое давление набегающего потока воздуха. Вентиляторные СВП, в том числе имеющие свойства амфибийности, достаточно хорошо отработаны и небольшими сериями строятся во многих странах, в том числе и в СССР.

Аппараты на «динамической» воздушной подушке сейчас находятся в стадии экспериментирования. Известны, например, работы Липпиша (ФРГ). Последние 3—4 года строят спортивные СВП [см. сборник «Катера и яхты», Л., «Судостроение», 1973, № 3 (43)]; но в международную спортивную классификацию моторных судов они еще не введены, так как потребовалась бы отмена правила о запрещении иметь на спортивных и гоночных мотосудах устройства для создания аэродинамических сил, поднимающих судно.

⁶³ В настоящее время в спортивную классификацию моторных судов СССР, в основном соответствующую международной классификации UIM, включены следующие классы судов с подвесными лодочными моторами.

Гоночные моторные суда (скутеры): 9 классов с наименьшим рабочим объемом цилиндров мотора 175 см³ и неограниченным наибольшим объемом, превышающим 2000 см³. Для этого типа судов обводы, размерения, вес и конструкция корпуса, конструкция двигателя и сорт горючего не ограничиваются.

Спортивные моторные суда (моторные лодки): 10 классов с теми же пределами рабочего объема цилиндров, что и для скутеров, но с разбивкой класса с рабочим объемом цилиндров 700—1000 см³ на два класса. Обводы и вес корпусов не ограничены, а размерения корпусов ограничены. Для класса объемом цилиндров до 175 см³ минимальные размерения корпуса лодки: длина 3,0 м, ширина 1,1 м, глубина кокпита 0,3 м; для старшего (неограниченного) класса: длина 5,0 м, ширина 1,5 м, глубина кокпита — 0,45 м. Минимальные размеры кокпита: ширина 0,9 м, длина — 0,75 м. К моторам предъявлено требование их серийности и работы на горючем с октановым числом не выше 101,7.

Международная спортивная классификация судов с подвесными моторами предусматривает еще три класса надувных резиновых лодок с подвесными моторами и рабочим объемом цилиндров до 500, до 700 и до 850 см³ с ограничением размерений и веса лодок. Кроме того, допускается использование подвесных моторов на катерах для морских гонок «Оф Шо» в пределах рабочего объема цилиндров, установленного для этих катеров. Практически на катерах для гонок «Оф Шо» устанавливают по три-четыре мощных подвесных лодочных мотора.

Доработка серийного мотора для повышения скорости лодочки строго ограничена. Разрешается замена серийного гребного винта специальным, замена свечей зажигания, удаление термостата из системы охлаждения, изменение регулировки карбюратора и опережение зажигания без внесения конструктивных изменений.

⁶⁴ Мировые рекорды скорости по наиболее популярным классам скутеров на дистанции 1 км по состоянию на осень 1974 г. приведены в таблице.

Значительного роста рекордных скоростей не отмечается, что связано с отсутствием каких-либо принципиально новых конструкций скутеров. Нет заметного роста рекордных скоростей и по большим дистанциям (5, 10, 12 миль), а также «на время» (1 ч, 3 ч). Многие рекорды не улучшались в течение 10—15 лет. Последние 3—4 года мировые рекорды скорости для скутеров и мотолодок на некоторых дистанциях улучшались только советскими спортсменами.

В связи с тем, что требования к «практически используемым» мотолодкам (utility) в 1972 г. значительно изменились, включая и ограничения форсирования подвесных моторов, к концу 1974 г. были зарегистрированы мировые рекорды скорости для мотолодок, ныне называемых по классификации UIM «спортивными мотолодками», несколько ниже рекордных скоростей, приведенных Х. Баадером для классов utility. Например, в классе SA, соответствующем прежнему классу AU, действует рекорд 1973 г. — 58,65 м/ч, в классе SB, соответствующем BU, — 74,01 км/ч, в классе SC — 101,90 км/ч и т. д.

Излагаемые здесь автором взгляды на целесообразность изменения классификационных требований, предусматривавшихся «Правилами UIM» 1970 г., частично учтены в «Правилах UIM» 1972 г., хотя и не в той мере, как предлагал Х. Баадер. Эти изменения включены в «Правила соревнований по водно-моторному спорту СССР», изданные в 1974 г.

⁶⁵ Быстрый прогресс в совершенствовании конструкций легких дизелей стирает их весовые и габаритные отличия от бензиновых двигателей. Все более наглядным становится их экономическое преимущество. У современных катерных дизелей остался единственный недостаток — относительно высокая стоимость.

Рабочий объем цилиндров мотора, см ³	Гоночный класс	Скорость, км/ч
До 175	OI	111,72 *
» 250	OA	137,93
» 350	OB	150,24
» 500	OC	168,6

* Этот рекорд принадлежит СССР.

⁶⁶ Отношение максимальной мощности конвертированного катерного двигателя к наибольшей спецификационной (номинальной) мощности исходного транспортного двигателя зависит от ряда факторов. Нагрузка на двигатель в катере сложнее. Здесь возможен режим длительной работы с максимальной мощностью, на который транспортные двигатели, как правило, не рассчитаны. Это может повлиять на моторесурс, снизить эксплуатационную надежность двигателя. При такой работе почти всегда требуется (кроме, например, использования автомобильного двигателя на гоночном катере) установление для конвертированного двигателя эксплуатационной мощности, сниженной по сравнению с номинальной мощностью исходного транспортного двигателя. Степень этого снижения (она может составить 10 и 40%) нельзя назвать сразу, без рассмотрения характера работы катера, на котором будет использован двигатель, типа самого исходного двигателя (с легкового автомобиля, тяжелого грузовика, трактора и т. д.), предусматриваемой заданием основной направленности конверсии — на возможно максимальное использование мощности или установление предельно большого моторесурса. Может быть выбран и метод смягчения режима с работой на уменьшенной частоте вращения, но вблизи внешней характеристики двигателя или по дроссельной характеристике, удаленной от внешней. В то же время следует иметь в виду, что уже 15—20 лет катерные двигатели, особенно для быстроходных катеров, производятся практически только методом судовой конверсии массовых транспортных двигателей, осуществляемой на специализированных высокоорганизованных промышленных предприятиях. Поэтому сейчас речь идет не о приспособлении автомобильных или тракторных двигателей для судовой службы (если не учитывать «самодеятельного» катеростроения), а о создании настоящих катерных двигателей и использовании выпускаемых в массовом производстве различных транспортных двигателей многоцелевого назначения. При этом предприятия — поставщики таких катерных двигателей устанавливают для них номинальные мощности с учетом условий работы двигателя на катере (см. рис. 158).

⁶⁷ Эта таблица не может быть использована для определения диаметра гребного винта какого-либо определенного катера. Она имеет чисто иллюстративное значение.

⁶⁸ Автор напрасно ссылается на трудно учитываемые факторы. Если серийные катера строятся технологически правильно и можно быть уверенным, что они не отличаются по обводам, весу, геометрии гребного винта и т. п., то различия в замеренной скорости, как правило, обусловлены неправильной регулировкой двигателя или прямой его неисправностью.

⁶⁹ Необходимо уточнить, что подмоторная ниша для подвесного мотора по длине занимает меньше места, чем стационарный двигатель с Z-образной передачей. Кроме того, под нишей остается свободный объем, который либо заполняется пенопластом для обеспечения непотопляемости катера, либо используется для хранения имущества.

⁷⁰ По-видимому, автор имеет в виду общую экономичность катера (расход горючего на 100 км), так как вес катера не может повлиять на расход горючего мотором, определяемый режимом работы самого мотора.

⁷¹ Дизели «Волво-Пента» имеют весьма умеренные размеры по высоте, поэтому нет оснований считать, что применение дизеля с Z-образной передачей как-то связано с его габаритами. Просто легкие катерные дизели «Волво-Пента» типа «Аквомэтик» в комплекте с Z-образной передачей представляют удобную и компактную машинную установку для небольших катеров.

⁷² Подробнее о судовой конверсии транспортных бензиновых двигателей и дизелей массового производства, о создании на их основе катерных моторных установок см. в книгах: «Проектирование и постройка мелких судов». Сб. статей «Труды НТО Судпрома», 1950, № 2; Радов А. М. Основы проектирования катерных механических установок. Л., Судпромгиз, 1955; Лазарев В. А. Автомобильные двигатели в катеростроении. Л., Судпромгиз, 1961.

⁷³ Следует обратить внимание на примеры многолетней эксплуатации двигателей! По-видимому, кроме аккуратного и квалифицированного ухода за ними и относительно небольшого ежегодного периода эксплуатации на большой мото-

ресурс могло оказать серьезное положительное влияние применение особо высококачественных смазочных масел.

⁷⁴ Во второй половине 60-х годов производство и применение Z-образных передач на гребные винты (вертикальных угловых колонок) стало бурно развиваться. Моторные установки небольших катеров с такими передачами стали преобладающими почти во всех отраслях катеростроения. Крупносерийный выпуск комплексных компактных моторных установок с бензиновыми двигателями и легкими многооборотными дизелями мощностью до 100—150 л. с., начатый шведской автомобильной и моторостроительной фирмой, привел не только к широкому использованию таких установок («Волво-Пента», «Аквомэтик») на небольших быстроходных развозных, вспомогательных, туристских и спортивных катерах, но и к выпуску другими моторостроительными фирмами принципиально сходных моторных установок. Характерно, что ведущие фирмы США, выпускающие подвесные лодочные моторы «Эвинруд», «Меркюри» и др., уже несколько лет создают моторные установки с Z-образными передачами, с двигателями мощностью до 210—325 л. с. (см. рис. 174). В настоящее время мощности таких установок с дизелями увеличились до 250 л. с. Z-образные передачи устанавливаются на рейсовых пассажирских катерах (малых теплоходах), на рабочих, таможенных, лоцмейстерских и многих других вспомогательных катерах, моторные установки которых должны иметь высокую эксплуатационную надежность.

⁷⁵ Современные подвесные лодочные моторы (модели 1974—1975 гг.) имеют технические характеристики, показывающие дальнейшее развитие этого типа главных механизмов для небольших и средних катеров, хотя в последнее время не было резкого скачка в увеличении мощности и в совершенстве конструкции этих моторов (он наблюдался в 1955—1960 гг.). Отработанность конструкций современных подвесных лодочных моторов, наличие у них однорычажного управления реверсом и частотой вращения, электростартера, генератора для питания электросети катера, а также общие характеристики мощности и веса делают затруднительным введение каких-либо принципиально новых усовершенствований. Развитие лодочных моторов в основном заключается в увеличении агрегатной мощности и в проведении некоторых мероприятий по повышению экономичности. Для характеристики технического уровня современных (1974—1975 гг.) подвесных лодочных моторов приводятся краткие спецификационные данные нескольких подвесных моторов большой, средней и малой мощности, выпускаемых ведущими специализированными моторостроительными предприятиями США и Швеции.

Фирма «Эвинруд» (США):

«Минитвин». Двухтактный двухцилиндровый подвесной мотор. Рабочий объем цилиндров 86,5 см³, мощность 4 л. с. при частоте вращения 4500 об/мин, вес 15 кг;

«Спортстер». Двухтактный двухцилиндровый. Рабочий объем цилиндров 360,5 см³, мощность 25 л. с. при 5500 об/мин, вес 39 кг без бака для горючего;

«Старфлайт». Двухтактный четырехцилиндровый V-образный. Рабочий объем цилиндров 1632 см³, мощность 135 л. с. при 5000 об/мин, вес 123 кг без бака для горючего.

Фирма «Меркюри» (США):

«Мерк 40». Двухтактный одноцилиндровый подвесной мотор. Рабочий объем цилиндров 90 см³, мощность 4 л. с. при частоте вращения 5000 об/мин, вес 25 кг;

«Мерк 200». Двухтактный двухцилиндровый. Рабочий объем цилиндров 358 см³, мощность 20 л. с. при 5100 об/мин, вес 44 кг;

«Мерк 1500». Двухтактный шестицилиндровый однорядный. Рабочий объем цилиндров 1635 см³, мощность 150 л. с. при 5300 об/мин, вес 124 кг.

Фирма «Архимедес Пента» (Швеция):

«40 Фишин». Двухтактный одноцилиндровый подвесной мотор. Рабочий объем цилиндров 70 см³, мощность 4,5 л. с. при частоте вращения 4000 об/мин, вес 14 кг.

«252 Круизин». Двухтактный двухцилиндровый. Рабочий объем цилиндров 333 см³, мощность 25 л. с. при 5500 об/мин, вес 58 кг;

«600 Оф Шо». Двухтактный трехцилиндровый однорядный. Рабочий объем цилиндров 600 см³, мощность 60 л. с. при 5800 об/мин, вес 69 кг.

В СССР серийно выпускаются подвесные лодочные моторы мощностью от 2 до 30 л. с., отвечающие общему техническому уровню современных подвесных моторов таких же размеров. Ведутся работы по созданию более мощных отечественных подвесных лодочных моторов.

⁷⁶ Действительно, газовые турбины, завоевавшие авиацию и все шире используемые в качестве мощных энергетических установок различного назначения, включая и машинные установки больших судов, почти не находят применения в катеростроении, если не учитывать их успешного использования на больших катерах специального назначения. Сейчас трудно дать обоснованный и уверенный прогноз о расширении использования газовых турбин как главных механизмов различных катеров, однако следует отметить, что экономичность газовых турбин резко увеличилась за последние 5—6 лет и сейчас приближается к экономичности дизелей. Правда, высокоэкономичных турбин малых мощностей (до 50—100 л. с.) еще нет, и экономические режимы работы газовых турбин имеют весьма узкие пределы нагрузок.

⁷⁷ Автор повторяет рекламное утверждение новозеландской фирмы «Гамильтон» о создании высокоэффективного водометного движителя для быстроходных катеров путем замены выброса струи из сопла под воду на выброс струи в воздух. В действительности замена подводного выброса струи надводным воздушным выбросом не дает принципиального повышения эффективности водометного движителя. По-видимому, в описанном случае первоначальная конструкция водомета Гамильтона, имевшая подводный выброс, была весьма неудовлетворительна и не соответствовала характеристикам небольшого полуглиссирующего катера, на котором испытывали этот водомет. Удачный выбор схемы водомета, влияющей на его эффективность, зависит от конкретных условий, конструкции катера и его скорости, мощности двигателя и др. В частности, нередко предлагаемые конструкции водометов с подводным выбросом струи через поворотное сопло или другое подобное устройство для обеспечения высокой маневренности, расположенное под днищем катера и создающее дополнительное сопротивление воды его движению, непригодны для быстроходных катеров, особенно для рассчитанных на переходный режим движения или глиссирование. Такие водометы на быстроходных катерах могут привести только к неудовлетворительным результатам и дискредитировать себя. Для быстроходных катеров применяют только водометы с надводным выбросом струи, у которых полностью отсутствуют выступающие части на днище катера.

⁷⁸ Это вызывает сомнение, так как водометные движители не обладают преимуществами перед гребными винтами в высоком упоре сразу после включения хода.

⁷⁹ Вот в этом и кроется успех водометов Гамильтона! Их используют только на быстроходных катерах с малой нагрузкой на 1 л. с., т. е. в условиях, обеспечивающих возможное приближение к оптимальному коэффициенту полезного действия движителя. О водометных движителях и их расчете можно прочесть в книгах: А. Русецкий, М. Жученко, О. Дубровин. Судовые движители. Л., «Судостроение», 1971; А. Папир. Водометные движители малых судов. Л., «Судостроение», 1970.

⁸⁰ Прогноз автора оказался справедливым. В 1970—1975 гг. в США, Канаде, Италии были созданы опытные большие катера на подводных крыльях с газовыми турбинами и водометными движителями (например, итальянские сторожевые катера водоизмещением около 60 т с газовой турбиной мощностью 5000 л. с. и со скоростью 50 уз). Американская самолетостроительная фирма «Боинг» серийно строит с 1974 г. пассажирские теплоходы на автоматически управляемых подводных крыльях с двумя газовыми турбинами мощностью по 3300 л. с., работающими на водометные движители и обеспечивающими скорость до 45 уз. Эти теплоходы при водоизмещении около 106 т имеют пассажировместимость 190—250 человек. В СССР построен речной газотурбоход на подводных крыльях «Буревестник» пассажировместимостью 150 человек при водоизмещении около 67 т. Две газовые турбины, работающие на водометные движители, обеспечивают «Буревестнику» скорость до 95 км/ч.

⁸¹ Высказанные соображения справедливы для «аэрокатеров», т. е. для относительно быстроходных катеров с воздушным винтом. Возможность и целесо-

образность создания таких катеров рассматривалась в конце 20-х годов и в СССР, но из-за малой их экономичности они были отвергнуты, в частности из-за неизбежно низкого к. п. д. воздушного винта при тех невысоких (до 20—25 км/ч) скоростях, которые могли быть достигнуты аэрокатерами. Однако это не исключает применения воздушных винтов на быстроходных глиссерах, судах на воздушной подушке при скоростях 100 км/ч и более. Глиссеры с воздушными винтами серийно строились в СССР в 1930—1940 гг. и успешно эксплуатировались для перевозки пассажиров, небольших грузов, изыскательских партий, а также в труднодоступных районах, на реках с неустойчивым фарватером и весьма малыми глубинами (см. «Справочник по мелким судам». Л., Судпромгиз, 1950; сб. «Катера и яхты»). В международной спортивной классификации моторов судов УИМ до сих пор существуют классы судов с воздушными винтами (статья 590 «Правил»), классифицируемые по массе (масса до 250, 350, 500, 900 и 1200 кг).

⁸² Соображения автора о недостаточной достоверности расчетного нахождения элементов оптимальной конструкции гребного винта для катеров и подчеркивание целесообразности подбора наилучшего гребного винта методом натурных испытаний (хотя бы в целях окончательной корректировки элементов гребного винта, изготовленного по результатам расчета) отражают реальное положение при проектировании катеров единичной постройки на небольших предприятиях, когда действительно отсутствуют точные данные о сопротивлении катера, а мощность двигателя известна приблизительно. Практические рекомендации и замечания Х. Баадера, приводимые им примеры представляют определенный интерес и могут быть полезными, так же как и упрощенные методы и номограммы для предварительного определения элементов гребных винтов катеров. Все же в целом методы расчета и конструирования катерных гребных винтов в книге Х. Баадера не находятся на уровне современных, в большой степени созданных советскими специалистами. Работа гребных винтов, их расчеты изложены, например, в книгах: 1) А. Русецкий, М. Жученко, О. Дубровин. Судовые движители. Л., «Судостроение», 1971; 2) Л. Хейфец. Гребные винты для катеров. Л., «Судостроение», 1970; 3) М. Жученко, В. Иванов. Расчеты гребных винтов. Л., «Судостроение», 1953.

⁸³ У гребных винтов больших быстроходных катеров с мощными двигателями отношение F_p/F всегда выше. Приведенная здесь рекомендация относится к катерам со средними скоростью и мощностью двигателя.

⁸⁴ При малых изменениях геометрических характеристик гребного винта для сохранения неизменной мощности, потребляемой винтом, рекомендуется оставлять без изменения сумму диаметра и шага винта до и после изменения его геометрических характеристик.

⁸⁵ Крыльчатые движители и активные рули устанавливают на катерах, направляющие насадки находят применение на рабочих и буксирных катерах, не рассматриваемых в книге Х. Баадера. Эти типы движителей, основы их работы и расчета описаны, например, в книге А. А. Русецкого (см. замечание 82).

⁸⁶ В действительности устойчивость на курсе и управляемость катеров подобных форм не столь плоха, как указывает Баадер, особенно если водитель имеет необходимые навыки. Кроме того, она может быть улучшена установкой «плавника», как показано на рис. 227.

⁸⁷ И все же подпорные клинья — это способ устранения недостатка неудачных обводов, а не обычный метод доводки катера. Обводы кормовой части днища с резким отгибом у транца обычно неизбежны у V-образных коротких катеров средней быстроходности, например у бортовых корабельных катеров для сравнительно небольших судов и кораблей. Однако и у катеров с нормальными соотношениями размерений часто бывает полезным небольшой весьма плавный отгиб днища к транцу (см. схему 4).

⁸⁸ «Стабилизирующее динамическое влияние движения» — ходовая остойчивость наблюдается в большей или меньшей степени у всех катеров с динамическими принципами поддержания, полуглиссеров, обычных глиссеров, трехточечных и двухточечных глиссеров и в наибольшей степени у катеров на подводных крыльях. Значение и влияние ходовой остойчивости очень велико и в ряде случаев усиливается в результате усложнения обводов. Одним из усложнений (наиболее простых) является применение двойных скул, когда между внешней и

внутренней скулами участок днища имеет как большую килеватость, так и увеличенный угол атаки (см. схему 5). Взаимодействие набегающего потока с этим участком днища при дрейфе на циркуляции катера вызывает крен внутрь поворота, позволяющий избежать появления опасного внешнего крена при ходе катера по циркуляции с большой скоростью. При ходе прямым курсом в случае возникновения крена на соприкасающемся при этом с поверхностью воды участке днища с увеличенным углом атаки возникает подъемная сила, создающая значитель-

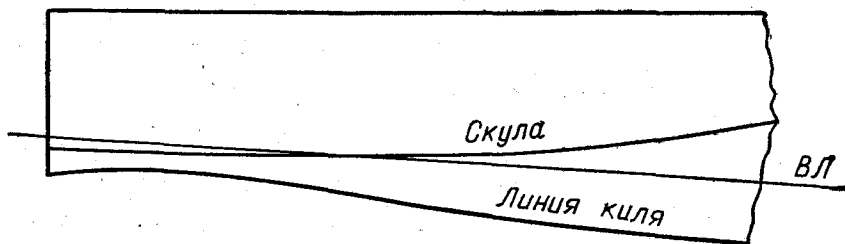


Схема 4.

ный восстанавливающий момент, поскольку этот участок днища между двумя скулами расположен у борта на значительном расстоянии от диаметральной. Существует много возможностей для реализации стабилизирующего влияния динамических сил, возникающих на днище быстроходного катера, особенно при таких новых обводах, как «стримараны» (см. рис. 41, 65, 70, 74), «кафедралы», «эйрслоты», и других усложненных обводах, иногда исчезающих так же быстро, как и появляю-

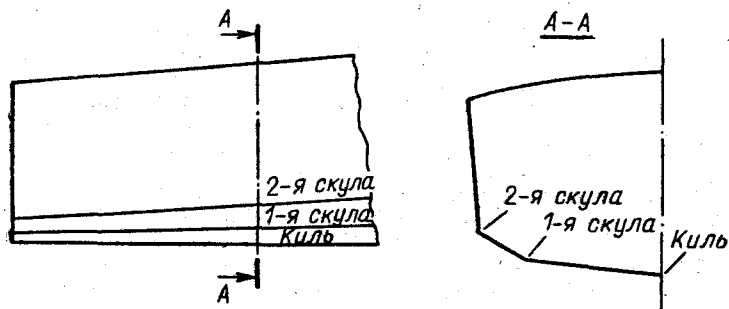


Схема 5.

щихся, но представляющих новую ступень в развитии техники катеростроения. Материалы по новым обводам быстроходных катеров и мотолодок опубликованы в сб. статей «Катера и яхты» № 1 (23) 1970; 1 (29) и 3 (31) 1971 г.; 3 (43) 1973 г.; 1 (47) и 6 (52) 1974 г.

⁸⁹ Интересное свидетельство автора о практике проектирования и постройки катеров на небольших катеростроительных верфях за границей! В отечественном катеростроении выполнение нормальных расчетов остойчивости обязательно для всех катеров, выпускаемых промышленными предприятиями, независимо от серийности постройки.

⁹⁰ По-видимому, автор имеет в виду обеспечение непотопляемости катера при затоплении нормированного числа отсеков путем установки водонепроницаемых переборок в корпусе, что применяется на многих больших (длиной более 15—20 м) катерах и моторных яхтах. Однако достижение непотопляемости на

мотолодках и других небольших судах заполнением объемов пенопластом или установкой воздушных ящиков (использовалось даже заполнение объемов мячами для настольного тенниса) тоже является «чистой непотопляемостью», поддающейся расчету и нормированию.

⁹¹ К сожалению, не все катера устойчивы при попутной волне. Описанная Баадером идиллическая картина справедлива для морских моторных яхт с закругленной кормой или кормой типа каноз, во всяком случае с обводами кормы, не имеющими погруженного широкого и плоского вертикального транца. Для катеров с широким транцем и плоским днищем в корме (это характерно для катеров с переходным режимом движения), как только из-за увеличившегося волнения приходится уменьшить ход и перейти на режим плавания, движение в направлении бега волн становится неприятным и очень утомительным для водителя. Катер сбивается с курса, набежавшая с кормы волна поворачивает его, скорость периодически меняется. Такой ход, если волнение не становится чрезмерно большим, не является опасным, но все же лучше найти возможность укрыться в защищенной гавани или бухте.

⁹² Это справедливое замечание! По-видимому, медленная, с большим периодом регулярная качка крупных судов скорее вызывает приступы морской болезни, чем относительно беспорядочное резкое перемещение катера, особенно быстроходного, на волнении, сопровождаемое то отдельными ударами днища о волну, то изменением скорости и т. п.

⁹³ В отечественном катеростроении вопросам звуко- и виброизоляции придается очень большое значение. Высокая энерговооруженность быстроходных катеров, необходимость обеспечения высокой весовой отдачи конструкций, компактность помещений затрудняют принятие целесообразных конструктивных решений, которые могли бы обеспечить реальное удовлетворение устанавливаемым нормам предельной шумности в пассажирских и служебных помещениях. Тем не менее научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по борьбе с шумом и звуковой вибрацией на малотоннажных судах, в том числе и на быстроходных катерах, интенсивно ведутся в СССР. Например, проведением ряда мероприятий по звуко- и виброизоляции, включая и изменение конструктивной схемы моторной установки с применением углового редуктора в корму, удалось на 70-местных теплоходах на подводных крыльях типа «Восход-2», при сохранении главного многооборотного дизеля номинальной мощностью 1000 л. с. и некотором увеличении скорости, получить снижение шума в пассажирском салоне с 85 до 68 дБ и в ходовой рубке с 70 до 57 дБ. Кроме реализации достаточно хорошо отработанных технических мероприятий по шумо- и виброизоляции, кратко описанных Баадером, за рубежом начали проводить сравнительные измерения шумности в помещениях катеров. В публикуемых в специальных журналах по малотоннажному судостроению статьях о новых типах катеров с 1972—1973 гг. в числе прочих общих технических характеристик указываются также и уровни шума в помещениях катеров. Так, например, в обобщенном описании конструкции нескольких моторно-парусных яхт (европейской постройки) длиной 8,6—10,6 м с дизелями мощностью 49—75 л. с. даны следующие уровни измеренного на ходовых испытаниях шума: в ходовой рубке (пост управления) 72—81 дБ, в носовой каюте 67—75 дБ, в кормовой каюте 75—86 дБ, причем нет какой-либо явной зависимости измеренной шумности от размерений яхты или от мощности установленного на ней дизеля. Скорости этих яхт находились в пределах 7—8 уз. Аналогичные данные получены по нескольким быстроходным разбрызгивным и туристским катерам (английской, итальянской, норвежской и американской постройки) длиной 7,5—9,1 м, водоизмещением 2,0—4,4 т, с наибольшей скоростью 18—34 уз при общей мощности двигателей 145—450 л. с.

Результаты измерений при скорости, составляющей 0,8—0,9 наибольшей, показали следующее; уровень шума у поста управления 85—92 дБ, в носовой каюте 82—88 дБ и в средней каюте 83—90 дБ. И здесь нельзя установить какой-либо видимой зависимости уровней шумности от мощности двигателей или скорости. Более подробно вопросы шумности на судах изложены в книге: И. И. Клюкин. Борьба с шумом и звуковой вибрацией на судах. Л., «Судостроение», 1971.

Примечания к рисункам

К рис. 1. Изучение обводов, а иногда и конструкций малотоннажных судов местных типов, которые создавались столетиями и поэтому наиболее приспособлены к определенным условиям эксплуатации, представляет большой практический интерес. Малотоннажные суда всегда отличаются высокими ходовыми, маневренными и мореходными качествами. Разумеется, это относится и к сравнительно тихоходным судам, таким, как лодки, боты и другие суда местных типов, которые первоначально создавались как гребные или парусные. Однако даже остроскулые обводы быстроходных катеров представляют в определенной степени развитие обводов «шарпи» (Sharpie), присущих гребным и парусным промысловым лодкам местной постройки, ранее распространенным на южных океанских побережьях США. В первом, аргентинском, издании книги Х. Баадера приведены интересные теоретические чертежи промысловых и рабочих малотоннажных судов, характерных для района эстуария Ла-Платы. На многих реках и в прибрежных морских районах СССР эксплуатируются лодки и боты местных типов, приспособленные для установки на них двигателей. Эти суда имеют высокую мореходность и отличную легкость хода. Материалы о таких лодках или катерах, созданных на основе использования обводов и конструкций отечественных лодок местных типов, опубликованы в сб. «Катера и яхты» [Л., «Судостроение», 1967, № 9, 10, 12; 1968, № 14, 15; 1969, № 18, 21; 1970, № 25; 1973, № 42]. В № 24 этого сборника за 1970 г. помещена статья об индийских каноэ (пироггах).

К рис. 3 и 4. Серийный катер из стеклопластика с корпусом, имитирующим дощатую обшивку внакрой, в определенной мере действующую аналогично малым продольным реданам. Однако ходовой дифферент на корму слишком большой. Он особенно заметен в сравнении с показанным на рис. 4 весьма хорошо идущим катером «Остзее». Если катер «Адлер I» сфотографирован на расчетном режиме хода, а не в период разгона, его нельзя оценить как вполне удачный.

К рис. 8. Показанные здесь обводы кормы большого стального туристского катера характерны только для европейского катеростроения. В связи с повышением быстроходности современных туристских катеров и моторных яхт подобные обводы применяют все реже и реже.

К рис. 9. Для показанной на рисунке моторно-парусной яхты режим движения, названный Х. Баадером дрейфом, будет соответствовать скорости 3—4 км/ч, не представляющей интереса для реальной эксплуатации. Поэтому такой режим обычно не рассматривается.

К рис. 15. В действительности при полном глиссировании образуются волны, хотя и незначительные. Однако наличие их не может быть признаком того, что глиссер еще не достиг заданного режима движения.

К рис. 18. Относительно малая и почти неизменная доля воздушного сопротивления, показанная на графике, при весьма высоких значениях скорости, встречающихся у рекордных глисеров, может значительно возрасти.

К рис. 23. Оригинальное, редко встречающееся сочетание закругленной кормы, целесообразной для хода с умеренной скоростью при сильном волнении моря, с типично остроскулыми обводами, оптимальными для высоких скоростей при спокойном море. Высокий борт, заметная седловатость характерны для катера, эксплуатируемого в условиях бурного моря. По-видимому, таким и является представленный здесь «двухрежимный» катер.

К рис. 32. Кормовые очертания а и б применяют для рабочих и других вспомогательных катеров и моторных шлюпок.

К рис. 33. Показанные здесь характерные формы шпангоутов не могут быть примером обводов реальных катеров, так как в них резко подчеркнута основное различие округлых и остроскулых обводов. У современных V-образных катеров участки днища у скулы не делают плоскими, завал внутрь бортовых ветвей шпангоутов у транца не применяют уже много лет, в том числе и при округлых обводах.

К рис. 41 и 42. Эти эффектные фотографии, показывающие катера в необычный момент хода, позволяют хорошо увидеть особенности их обводов. У открытой мотолодки «тримарана» английской спасательной службы хорошо видна двойная скула от средней части корпуса до транца, обеспечивающая исключительно высокую остойчивость мотолодки на циркуляции и при резких маневрах. У спортивно-туристского катера «Корнет Эксплорер II» видна большая, малоизменяемая по длине катера, килеватость днища, два малых продольных редана и сравнительно невысоко поднятая к форштевню скула с брызгоотбойным отгибом. Показанные обводы — примеры современных целесообразных форм корпусов, обеспечивающих высокие ходовые, мореходные и маневренные качества при относительно высоких скоростях.

К рис. 52. Видимый на диаграмме «запас мощности» не может быть реализован при имеющемся гребном винте и определенной скорости катера. Изменение частоты вращения двигателя, осуществляемое водителем при помощи органов управления моторной установкой, повлечет за собой соответствующее изменение скорости катера и мощности двигателя в соответствии с кривой 1.

К рис. 53. Согласно показанной на диаграмме кривой 3 удельного расхода топлива при работе дизеля по винтовой характеристике (кривая 4) наименьший удельный расход топлива меньше, чем в случае самого экономичного режима дизеля при работе по внешней характеристике (кривая 1). Обычно наименьший возможный расход топлива достигается при работе по внешней характеристике на режиме, составляющем около $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$ максимальной мощности.

К рис. 63. Для современных быстроходных катеров верхняя кривая не соответствует понятию «очень большая ширина». Ширина многих катеров, особенно катеров малой длины, превышает на 10—15% «очень большую» ширину, определяемую по диаграмме.

К рис. 64. Судя по фотографии, волнообразование не столь уж мало! То обстоятельство, что расходящиеся волны ограниченной ширины, удобно для катера, сопровождающего гребцов на тренировках.

К рис. 65. Эта фотография удачно дополняет приведенную на рис. 41. На ней хорошо виден малый продольный редан и двойная скула, хотя, строго говоря, первой скулой является бортовой киль тримарана. Однако назначение наклонного участка днища между бортовым килем и второй скулой то же, что и участка днища между двумя скулами модифицированных V-образных обводов.

К рис. 70. В последние годы появилось много мотолодок и открытых катеров, почти не имеющих палубы. В результате почти вся площадь корпуса становится полезной. Разумеется, в связи с отсутствием носовой палубы и обусловленной этим опасностью заливания кокпита требуется принять особые меры к обеспечению непотопляемости мотолодки или катера в условиях заполнения кокпита водой. Это достигается размещением в корпусе, например под сланями на днище и под планширем по бортам, пенопластовых блоков и т. п.

К рис. 77. Более подробное описание катера «Доунзи» приведено в сборнике «Катера и яхты» [Л., «Судостроение», 1973, № 2 (42), март—апрель].

К рис. 84. Следует обратить внимание на очень хороший ход этого катера на границе между переходным режимом и глиссированием: динамический подъем катера с минимальным дифферентом на корму и четкий отрыв воды от острой кромки скулы почти без замыва борта.

К рис. 86—88. Вследствие закругленных стекол в передней части рубки и из-за заваленного к транцу борта архитектура катера «Данило» с современной точки зрения воспринимается как устаревшая.

К рис. 91. Архитектура катера «Кариока» (схема *a*) типична для современных средних туристских катеров. Она характеризуется малым отношением длины катера к ширине (в данном случае $L/B = 2,87$) и необычно большой высотой рубки. Это обеспечивает возможность размещения на сравнительно небольших катерах (длиной 9—10 м) удобных кают, ходовой рубки с хорошим обзором и т. д. Тем не менее еще нередко катера подобного типа называют «кургузими», «утюгами», им приписывают неудовлетворительные ходовые качества, неустойчивость на курсе и т. п. Однако анализ размерений туристских моделей 1974—1975 гг. и общий характер их архитектуры показывает, что для многих катеров, включая и морские моторные яхты, характерна тенденция к дальнейшему уменьшению отношения L/B , причем высота рубок не ограничивается. Практическая целесообразность современной архитектуры туристских катеров явно победила стремление создавать удлиненные «изящные» туристские катера. См. также замечание 43 комментариев.

К рис. 107. Пример удачного, экономного общего расположения при относительно небольшой длине корпуса! Подобное же расположение можно осуществить в результате некоторого уменьшения длины кокпита, применения плоского транца и небольшого сокращения длины помещений в носовой части моторно-парусной яхты или сходного туристского катера (даже при длине корпуса около 8,5 м), но при сохранении ширины корпуса около 3,0 м. Моторно-парусная яхта «Адрия», план общего расположения которой показан на рис. 110, несмотря на большую (почти на 3 м) длину корпуса, немногим отличается по удобству внутренних помещений от яхты «Ворнхольм».

К рис. 108. Яхты, бизань-мачты которых стоят в корму от головки руля, яхтсмены ранее называли *иолом*.

К рис. 117, 170 и 209—212. Эти фотографии служат хорошей иллюстрацией того, что в штормовых условиях правильно спроектированный катер или специальное малотоннажное судно не менее надежно, чем любое большое судно. Особенно высокими мореходными качествами обладают моторные боты (катера) береговых спасательных станций, обеспечивающие спасение команд с судов, терпящих бедствие, в условиях предельно бурного моря. Такие катера, как правило, обладают: абсолютной остойчивостью — способностью выпрямиться из любого положения; высокой скоростью, позволяющей сократить время прибытия к месту бедствия и обеспечивающей ход и управляемость при ветре любой силы и направления; высокой прочностью всего корпуса, рубок, люков, полностью исключающей возможность повреждения конструкции ударами волн.

Вопросы обеспечения мореходности, непотопляемости и общей надежности малотоннажных судов в самых тяжелых и суровых условиях морского плавания — сложные и трудно решаемые. Между тем современные судовые спасательные шлюпки, особенно моторные шлюпки закрытого типа, по характеру своего назначения обладают неограниченной мореходностью, полной непотопляемостью и самой высокой надежностью.

К рис. 118—119. Здесь показаны удачные архитектурные формы двух больших морских моторных яхт. Яхта «Маня» имеет небольшую скорость, тогда как яхта «Зеебер» быстроходна, что подчеркивается сочетанием стремительного белого корпуса с темной, малозаметной на море рубкой.

К рис. 122—126, 137, 139 и 181. Катер, постоянно совершающий на всей дистанции гонок такие эффектные прыжки, вряд ли может рассчитывать на успех, во всяком случае такой успех будет мучительным для команды. Хороший ход гоночного катера для морских гонок показан на рис. 124.

К рис. 143. Следующий за глиссером длинный «шлейф» брызговой пелены вызван полупогруженным гребным винтом. См. также рис. 141.

К рис. 153. В августе 1973 г. Д. Мертен установил новый абсолютный мировой рекорд на скутере с мотором «Меркюри» — 219,397 км/ч. Рабочий объем цилиндров 1638 см³.

К рис. 158. Необходимо отметить обоснованность и важность представления для одного и того же катерного двигателя трех характеристик зависимости мощности от частоты вращения двигателя для использования его на различных по назначению катерах. Даже при установке на спортивном катере предусматривается уменьшение мощности двигателя ~на 15% по сравнению с наибольшей мощностью и, что особенно важно, снижение частоты вращения на 23%. При установке на рабочих катерах мощность этого двигателя снижается еще на 10%.

При использовании на катерах конвертированных двигателей легковых автомобилей для повышения надежности двигателя, обеспечения нужного теплового режима и сохранения моторресурса мощность и частоту вращения приходится снижать в еще больших пределах.

К рис. 159. Кривая *B* увеличения дальности плавания при имеющемся запасе топлива в случае перехода катера на движение с уменьшенной скоростью весьма показательна. Если не предъявлять требования большой скорости, ограничив ее величиной, необходимой для обеспечения уверенного движения в наиболее неблагоприятных погодных условиях, можно разработать высокоэкономичный катер с большой дальностью плавания. Следует, однако, иметь в виду, что диаграмма рис. 159 предусматривает обычный водоизмещающий катер, при уменьшении скорости которого невозможен переход его из выгодного оптимального режима движения в крайне неблагоприятный (например, режим начала появления динамических сил поддержания, сопровождающийся возникновением «горба сопротивления»).

К рис. 237. Очень убедительное сравнение! Если бы вместо большого мореходного туристского катера сравнивали с грузовым судном катер малых размеров, также предназначенный для эксплуатации на море, различие было бы более поразительным.

К рис. 241. Зависимость характера качки от начальной остойчивости действительно такая, как указано автором на рисунке. Однако качка воспринимается командой и пассажирами по-разному на больших и малых катерах. На катерах длиной 12—15 м и более, особенно на полностью запалубленных высокобортных морских катерах, следует добиваться плавной, медленной качки. На катерах небольших размеров в условиях волнения чувство уверенности и безопасности возрастает при высокой остойчивости катера, приближающейся к остойчивости катамарана. Что же касается «резкости» качки, то ее практически не замечают на небольших катерах и мотолодках.

1. Baader J. Segelsport — Segeltechnik — Segeljachten. Bielefeld und Berlin, Delius, Klasing, 1962.
2. Barnaby K. C. Basic naval architecture. By Renneth C. Barnaby. 4 th ed. London, Hutchinson Scientific and Technical, 1957.
3. Du Cane P. High—speed small craft. Cambridge Maryland. London, Temple Press Books, 1964.
4. Eichler C. W. Vom Bug zum Heck. Seemännisches Handbuch Wörterbuch Bearb. von Dipl. Jng. Curt Eichler. Berlin, Klasing & Co 1938.
5. Eichler C. W. Jacht- und Bootsbau. Für Bootsbauer, Konstrukteure und Segler. Bd 2. Grundlagen der Jacht und Bootskonstruktionen. Berlin, Verlag Delius, Klasing & Co 1963.
6. Jackson Gainor W. and Sutherland W. Morley. Concrete boatbuilding. London, George Allen and Unwin, 1969.
7. Henschke W. Schiffbautechnisches Handbuch. Bd. 6, Berlin, VEB Verlag Technik, 1966.
8. Lord L. Naval Architecture of Planning Hulls. New York, Cornell Maritime Press, 1946.
9. Phillips Birt D. Motor yacht and boat design. London. Adlard Coles Ltd., 1966.
10. Saunders H. E. Hydrodynamics in ship design. New York. The Society of Naval Architects Marine Engineers. 1965.
11. Tiller X. Motorboot- und Motorjachtkonstruktion und maschinelle Einrichtung Handbuch. Berlin. Richard Carl Schmidt & Co 1931.

¹ Указатель литературы составлен автором. Дополнительная литература, изданная, главным образом, в СССР, приведена в комментарии к тексту перевода и в примечаниях к рисункам.

² Книга переведена на русский язык.

Об авторе и его книге	5
Из предисловия автора	7
1. От Ноева ковчега до рекордного дизельного катера	9
2. Скорость — относительное понятие	13
3. Четыре вида движения по воде	20
4. Сопротивление воды движению судов (некоторые пояснения)	28
5. Обводы катера и волнообразование	32
6. Неоправданный дифферент на корму	39
7. Формы кормовой оконечности	44
8. Кругло- и остроконечные катера	49
9. Теоретические чертежи катеров	54
10. Динамические перегрузки при ходе на волнении	64
11. Диаграмма экономичного хода	67
12. Можно ли рассчитать скорость строящегося катера?	70
13. Повышенная скорость	77
14. Длинный и узкий или короткий и широкий?	81
15. Неудачные катера	87
16. Двигатели и типы современных катеров	—
17. Мотолодки с подвесными моторами	89
18. Трехкилевые обводы («тримараны»)	94
19. Малые туристские катера с подвесными моторами	97
20. Быстроходные открытые спортивные катера со стационарными двигателями	103
21. Быстроходные катера с каютами	111
22. Мореходные открытые спортивные катера с укрытием (каютной-убежищем)	114
23. Малые катера для спортивной ловли рыбы	116
24. Малые туристские катера	119
25. Средние туристские катера	125
26. Пять вариантов общего расположения в 11-метровом корпусе	131
27. Спортивно-туристский катер длиной 11,7 м	134
28. Два больших морских туристских катера «Эксплоратор» и «Ривьера»	137
29. 17-метровая моторная яхта	144
30. Большие моторные яхты	146
31. Два морских туристских катера для длительных путешествий	148
32. Моторно-парусные яхты	155
33. Моторно-парусная яхта «Борнхольм» длиной 9,6 м	158
34. Моторно-парусная яхта «Адрия» длиной 12,5 м	160

35. Моторно-парусная яхта «Лас Пальмас» длиной 17,5 м	166
36. Наименьшая моторно-парусная яхта длиной 5,5 м	171
37. Современные гонки катеров на море	174
38. Катера для гонок на море и в прибрежных зонах	182
39. Гоночные катера для тихой воды	188
40. Переломный момент в создании гоночных моторных судов	192
41. Гоночные катера СК и гонки «с ускорением». Новые тенденции в водно-моторном спорте	201
42. Реактивные двигатели для рекордных гоночных глиссеров	205
43. Ракетный двигатель и его будущее	209
44. Рекордные скорости лодок с подвесными моторами	—
45. Бензиновый двигатель или дизель?	215
46. Быстроходные или тихоходные двигатели?	217
47. Максимальная мощность двигателя	218
48. Одномоторная или многомоторная установка?	222
49. Вспомогательный или запасной двигатель	225
50. Пять типов машинной установки	226
51. Автомобильные двигатели на катерах	233
52. Моторесурс и срок службы двигателя	238
53. Z-образная передача или обычная реверсивная передача?	240
54. Долговечность подвесных лодочных моторов	242
55. Роторный двигатель Ванкеля	245
56. Газовая турбина для катерных энергетических установок	246
57. Направление вращения двигателя и гребного винта	248
58. Редукторы	252
59. Водометный движитель	258
60. Воздушные винты для катеров	268
61. Оптимальный гребной винт	269
62. Гребной винт за катером	273
63. Диаметр и шаг гребного винта	280
64. Коэффициент полезного действия гребного винта	284
65. Сравнение различных движителей	287
66. Управляемость и маневренность	288
67. Влияние направления вращения гребного винта на маневренность	293
68. Остановка катера включением заднего хода	296
69. Размер и форма руля	297
70. Балансирный руль и контрпропеллер на руле	300
71. Рули для быстроходных спортивных катеров	302
72. Правильный угол отклонения руля	304
73. Подпорные клинья и транцевые плиты	307
74. Остойчивость — необходимое условие для безопасного плавания	315
75. Как велика опасность опрокидывания катера?	316
76. Внутренний балласт для увеличения остойчивости	321
77. Катер в условиях волнения на море	323
78. Волнение и морская болезнь	324
79. Размеры морских волн	327
80. Успокоение качки на моторных катерах	330
81. Активные стабилизаторы бортовой качки	334
82. Способы успокоения качки на рыбопромысловых ботах (флоппер-стоппер)	337
83. Дальнейшие возможности развития успокоителей качки	341
84. Борьба с шумом на моторных катерах	—
85. Глушение шумов выпускных газов	344
86. Эластичное крепление двигателя и валопровода	349
87. Глушение шума путем изоляции	353
Комментарии к тексту	357
Примечания к рисункам	376
Указатель литературы	380

Хуан Баадер

**РАЗЪЕЗДНЫЕ,
ТУРИСТСКИЕ
И СПОРТИВНЫЕ**

КАТЕРА

Редакторы: А. И. Кускова, Р. Д. Никитина,
Л. А. Шевцова
Художественные редакторы: В. А. Пурицкий,
В. Т. Левченко
Технический редактор А. П. Ширяева
Корректоры: С. Х. Кумачева, Н. П. Шипина
Оформление художника И. М. Захарова

ИБ 126

Подписано к печати с матриц 13/XII 1976 г.
Формат издания 60×90/16. Бумага тип. № 2
Усл. печ. л. 24,0. Уч.-изд. л. 26,9. Тираж 150 000
(3-й завод 84001—124 000) экз. Изд. № 3044—74.
Заказ 1419. Цена 1 руб. 94 коп.

Издательство «Судостроение»,
191065, Ленинград, ул. Гоголя, 8.

Ленинградская типография № 6
Союзполиграфпрома при Государственном
комитете Совета Министров СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной
торговли. 193144, Ленинград, С-144,
ул. Моисеенко, 10.