

Развитие современных скоростных катеров. Часть 1

В. Н. Аносов, Т. А. Дьякова, С. О. Рождественский



Рис. 1. Гоночный катер *Magnum 35* с корпусом «глубокое V»

Интерес к скоростным катерам поддерживается благодаря нескольким причинам. В первую очередь в связи с развитием водно-моторного спорта и особенно морских гонок. Спорт и массовый интерес к нему предоставляют хорошие возможности для рекламы, поэтому большое количество производителей фирм охотно финансируют организацию морских гонок и строительство спортивных судов. Традиционный интерес к скоростным катерам вызван также необходимостью обеспечения безопасности морских границ, борьбой с терроризмом и контрабандой. Здесь высокая скорость судна является по сути дела главным средством для пресечения правонарушений. В силу названных причин проектирование и строительство скоростных катеров со скоростью более 60 уз ведется во многих странах мира.

Основные типы скоростных катеров

Однокорпусные суда наиболее многочисленны. На их основе строят быстроходные суда различного на-

значения – патрульные катера, моторные яхты, спортивные суда и т.п. Современный облик однокорпусников сформировался в 60–70-е гг. прошлого столетия под влиянием развития спортивных гонок открытого моря.



Рис. 2. Морской гоночный катер с современными обводами оборудован ЧПГВ с приводами *Trimax*

Основной особенностью таких катеров является большая килеватость днища, которая сохраняется постоянной от миделя до транца (так называемое «глубокое V»). Величина килеватости днища на миделе лежит в пределах от 17° до 30°, хотя в

некоторых случаях может достигать и 40°. Как правило, такие корпуса имеют на днище продольные реданы. В качестве примера на рис. 1 приведен гоночный катер *Magnum 35* компании *Magnum Marine*, строившийся в 60–70 гг. XX века.

Обводы «глубокое V» широко используются до настоящего времени на скоростных катерах различного назначения, однако движительный комплекс у таких катеров значительно изменился. В настоящее время вместо гребных винтов на наклонных валах используют частично погруженные гребные винты (ЧПГВ) с приводами Арнесона, приводами *Trimax* или угловыми колонками. При скоростях до 60 уз часто применяют водометные движители (ВД). На катерах сравнительно небольшого водоизмещения широко используют подвесные моторы.

Обводы «глубокое V» позволяют обеспечить достаточную мореходность катеров при движении со скоростью 50–70 уз, но требуют значительной энерговооруженности вследствие сравнительно низкого гидродинамического качества таких

обводов. Для увеличения качества используют поперечные реданы. Применение поперечных реданов на глиссирующих катерах с большой килеватостью днища началось в конце прошлого века, облик современных быстроходных морских катеров можно видеть на рис. 2–4.

Удлиненный корпус с большой



Рис. 3. Российский скоростной катер «Морской дракон»

килеватостью днища, как правило, имеет несколько поперечных реданов. Значительный кормовой свес (12–17% от длины корпуса) служит для размещения и защиты ЧПГВ и рулей (если используются приводы типа Trimax). В некоторых случаях на корпусе устанавливают управляемые транцевые плиты для регулировки дифферента и обеспечения оптимальной посадки катера при движении. В качестве двигателей чаще всего используют легкие высокооборотные дизели (обычно от 2 до 4). На катерах небольшого водоизмещения обычно устанавливают подвесные моторы большой мощности. Скорости современных катеров такого типа составляют 50–70 уз, скорости спортивных катеров значительно выше. В России катер с подобными обводами «Морской дракон» был спроектирован и построен компанией «Мобиле Групп» по заказу компании «Петросет». На судне установлены два подвесных мотора Yamaha мощностью по 300 л.с., с которыми достигнута скорость 63 уз (рис. 3).

Другим типом скоростных катеров, которые в настоящее время

находят широкое применение, являются катера типа RIB (Rigid Inflatable Boat) с надувным баллоном вдоль верхней части борта (рис. 4). Жесткая часть корпуса может иметь различные обводы, в том числе и описанные выше. Благодаря наличию жесткого корпуса механические установки и движители

РИБов не отличаются от обычных, характерных для быстроходных судов и катеров.

Быстроходные катамараны широко используются в качестве судов специального назначения,



Рис. 4. Быстроходный катер типа RIB (Rigid Inflatable Boat)

патрульных и спортивных судов. Основные эксплуатационные преимущества катамаранов перед однокорпусными судами связаны с высокой начальной остойчивостью и наличием широкого моста, где

можно разместить оборудование и пассажиров.

Катамараны широко используются для гонок. В этом случае корпуса делают асимметричными (рис. 5), а соединительному мосту придают профиль воздушного крыла. Благодаря этому при высокой скорости движения обеспечивается значительная аэродинамическая разгрузка корпуса и демпфирование при ударах о воду. Гоночный катамаран с асимметричными обводами изображен на рис. 6. Скорости современных пассажирских и патрульных катамаранов составляют 30–50 уз, у гоночных катамаранов достигают 100 и более узлов.

Быстроходные тримараны еще не нашли широкого применения. В настоящее время построено и эксплуатируется несколько типов таких судов. Однако в области спортивного судостроения трехточечные глиссеры, которые можно считать прообразом скоростных тримаранов, известны уже много десятилетий. Самым знаменитым судном такого типа стал глиссер «Синяя птица» (рис. 7), на котором английский гонщик Д. Кэмпбелл многократно устанавливал рекорды скорости на воде.

На рис. 8 показан современный трехточечный глиссер итальянской компании FB Design. Его максимальная скорость превышает 120 уз.

Время от времени возникают необычные суда с высокими ходовыми

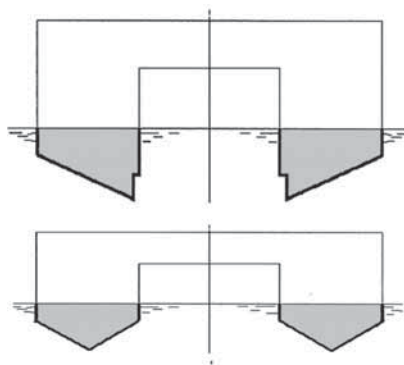


Рис. 5. Асимметричные (верхний) и симметричные (нижний) обводы корпусов современных быстроходных катамаранов



Рис. 6. Форма корпуса современных гоночных катамаранов с асимметричными обводами

и мореходными качествами, например тримараны серии Bladerunner английской компании Ice Marine [2]. На рис. 9 показан тримаран этой компании Bladerunner 35 RIB, способный развивать скорость 70 уз. На катере установлены два мотора Mercury Verado мощностью по 300 или 350 л.с.

Известны также проектные разработки пассажирских скоростных тримаранов. Для примера на рис. 10 показана схема скоростного пассажирского тримарана на 70 пассажиров, развивающего до 100 уз [3].

Пропульсивные характеристики

Информационная база по современным быстроходным катерам очень велика. При выборе объектов для анализа были использованы все доступные источники информации. Для получения статистически достоверных данных было выбрано 24 однокорпусных судна, в основном патрульного, спасательного и

прогулочного назначения. Критерием выбора служило число Фруда по водоизмещению в диапазоне $4.7 \leq Fn_{\nabla} \leq 9.5$. Данным по скоростным катамаранам и тримаранам для статистического анализа оказалось недостаточно.

По этим данным* построена зависимость пропульсивного качества от числа Фруда для выбранных скоростных катеров (рис. 11). Эта зависимость аппроксимирована степенной функцией, коэффициенты которой вычислены по методу наименьших квадратов.

$$P_{\alpha} = 10.37 / (Fn_{\nabla})^{0.782} \quad (1)$$

Соотношение (1) можно рассматривать как некоторую характеристику уровня развития современных быстроходных катеров и использовать для оценки потребной мощности двигателей при проектировании новых судов на ранних этапах проектирования.

* Желание ознакомиться с использованными в анализе данными найдут их в интернет-версии этого номера – прим. ред.

Однако при проектировании новых судов целесообразно ориентироваться не на средний уровень развития, а на лучшие катера. Для этого в работе [4] предложено строить зависимость пропульсивного качества от числа Фруда для лучших катеров, т.е. для катеров, пропульсивное качество которых выше «средней величины». Применяя процедуру осреднения для точек, лежащих выше кривой (1), получим зависимость пропульсивного качества от числа Фруда для лучших катеров (красная кривая на рис. 11):

$$P_b = 11.22 / (Fn_{\nabla})^{0.776} \quad (2)$$

Двигатели и двигатели быстроходных катеров

На современных быстроходных катерах и судах используют различные типы двигателей: водометные (ВД), гребные винты (ГВ), частично погруженные гребные винты (ЧПГВ). Выбор того или иного дви-

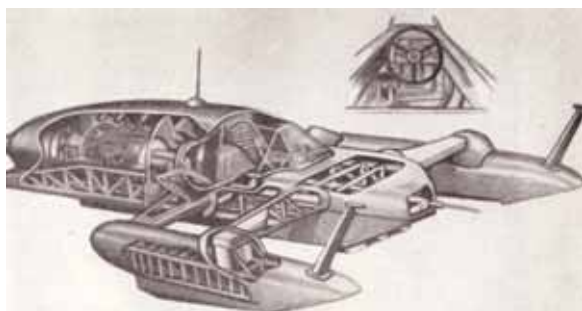


Рис. 7. Трехточечный глиссер «Синяя птица»



Рис. 8. Современный трехточечный спортивный глиссер (тримаран) компании FB Design



Рис. 9. Тримаран типа Bladerunner 35 RIB компании Ice Marine



Рис. 10. Схема скоростного пассажирского тримарана

жителя зависит от конструктивных особенностей катера, его назначения и скорости. На катерах со скоростью хода более 60 уз используют главным образом ЧПГВ.

Частично погруженные гребные винты. Главной особенностью ЧПГВ является то, что в рабочем положении винт погружен только до своей оси, т.е. на половину диаметра (степень погружения может варьироваться до достижения наибольшей эффективности – прим. ред.). Это позволяет избежать дополнительного сопротивления воды, связанного с обтеканием кронштейнов и валов. При работе ЧПГВ на лопасти действуют нестационарные нагрузки, связанные с их периодическим выходом из воды. Это обстоятельство накладывает дополнительные требования к прочности ЧПГВ. Другой особенностью их работы являются поперечные силы – вертикальная и боковая. Действие боковой силы может быть уравновешено с помощью второго винта противоположного вращения, действие же вертикальной силы приводит к изменению дифферента катера и должно учитываться при выборе его основных характеристик.

Лопастей ЧПГВ работают в режиме суперкавитации, т.е. упор создается только за счет давления на нагнетающей стороне лопасти. Тем не менее, КПД ЧПГВ достаточно высок

и сопоставим с КПД традиционных движителей, работающих в бескавитационном режиме. Отметим также, что для улучшения вентиляции движителей часто используют выхлопные газы двигателей, которые подают в область перед диском винта.

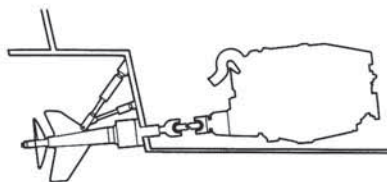


Рис. 12. Общая схема привода Арнесона с двигателем

Для обеспечения работы ЧПГВ на современных скоростных катерах используют приводы Арнесона, приводы Trimax и угловые поворотные откидные колонки (ПОК).

Привод Арнесона представляет собой короткий гребной вал, расположенный за транцем судна, который соединен со второй частью гребного вала через универсальный шарнир (рис. 12). Шарнир позволяет поворачивать наружный гребной вал вместе с ЧПГВ в горизонтальной плоскости для управления катером по курсу. Поворот наружного вала в вертикальной плоскости позволяет на ходу регулировать положение винта относительно поверхности воды и дифферент катера, обеспечи-

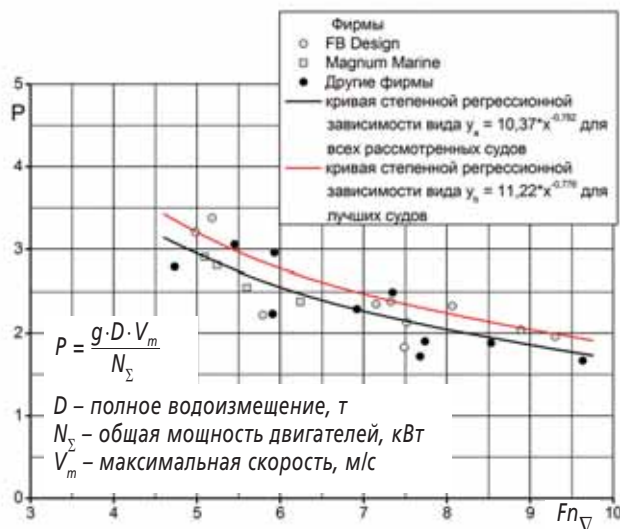
вая оптимальную посадку на различных режимах движения.

Приводы Trimax и схема их установки на катере показаны на рис. 14. По конструкции приводы Trimax значительно проще приводов Арнесона, но они требуют установки дополнительных рулей для управления катеров по курсу. Рули, как правило, устанавливают за каждым гребным винтом, однако могут быть другие варианты.

Угловые ПОК (рис. 15) используются сравнительно редко на скоростных катерах в силу своей сложной конструкции и высокой стоимости. В колонках редуктор и угловая передача расположены в подводной части конструкции. Это требует применения прочных материалов и высокоточного изготовления всех движущихся частей редуктора. Поэтому при очень высоких мощностях двигателей, установленных на катере, предпочтение отдают приводам Арнесона или приводам Trimax.



Рис. 13. ЧПГВ с приводами Арнесона на трехвальном катере

Рис. 11. Зависимость пропульсивного качества P от относительной скорости Fn_{∇} для быстроходных судов различных фирм-производителей

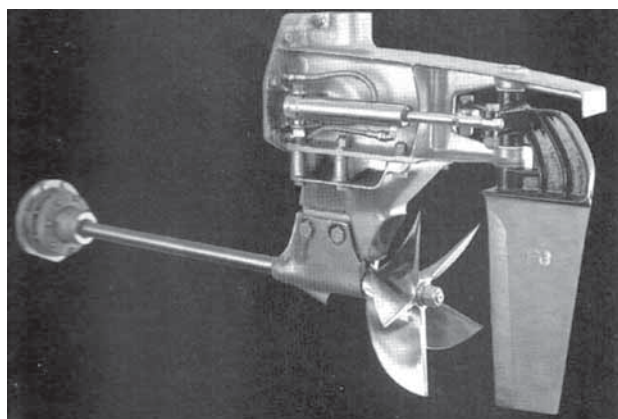


Рис. 14. Общий вид ЧПГВ с приводом Trimax



Рис. 15. Двигательный комплекс скоростного катера с угловыми ПОК и ЧПГВ

Водомерные движители нашли широкое применение на быстроходных судах разных типов – паромов, патрульных, служебных катерах и т.п. В диапазоне скоростей 35–50 уз ВД имеют высокий КПД. Они позволяют обеспечивать хорошую управляемость судов без традиционных

часть вследствие оголения водозаборника на высокой скорости. По этим причинам на современных катерах с развиваемой скоростью 60–80 уз ВД не используются.

Преимущественно в качестве главных двигателей на быстроходных катерах используют подвесные

На катерах с большой скоростью движения (> 60 уз) потребная мощность велика и может быть обеспечена только за счет применения трех или четырех двигателей. На рис. 16 показана схема размещения дизелей на итальянском катере типа FB 80. Двигатели установлены по эшелонной схеме со смещением носовой пары к ДП.

Наиболее прост, компактен и легкий вариант катера с подвесными моторами (ПМ). Однако такая механическая установка применима только на катерах сравнительно небольшого водоизмещения, т.к. мощность современных подвесных моторов ограничена 350 л.с.

Высокооборотные легкие дизели для скоростных катеров выпускают компании Seatek, Yanmar, MTU и др. Наиболее легкими из них являются дизели Seatek. Их относительный вес составляет 1.40–1.70 кг/кВт. Эта величина практически соответствует относительному весу четырехтактных ПМ. Удельный расход топлива у этих дизелей лежит в пределах 195–230 г/кВт·ч, что значительно ниже, чем у четырехтактных подвесных моторов и стационарных бензиновых двигателей.

Продолжение следует

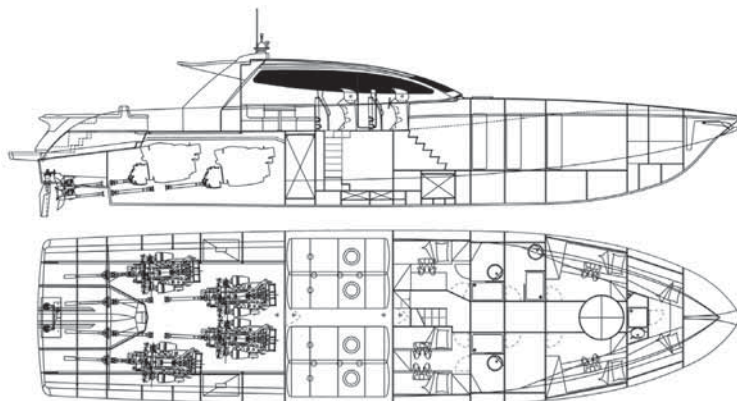


Рис. 16. Компонка катера FB 80 с четырьмя дизелями, приводами Trimax и ЧПГВ

рулей и движение задним ходом без реверс-редуктора.

К недостаткам ВД можно отнести сравнительно высокий вес. Кроме того, на скоростях более 55–60 уз КПД водометов значительно падает. Другой особенностью работы водометов на скоростных катерах является попадание воздуха в рабочую

моторы, высокооборотные дизели и бензиновые двигатели. Газовые турбины используют в исключительных случаях, например на итальянском катере Destriero, который был построен для рекордного перехода через Атлантический океан, или на трехточечном глиссере Д. Кемпбелла «Синяя птица».

Литература

1. Лисочкин А. «Морской дракон» – повелитель горячих сердец. «Кия» №198, 2005.
2. Bladerunner – бегущий на лезвиях. «Кия» №176, 2001.
3. Franco Harrauer. New Ideas for High Speed. Rodriguez Quarterly, №7, апрель 2005.
4. Аносов В. Н. Быстроходные суда в конце XX столетия. «Политехника», СПб., 2002.

Партнеры журнала «Катера и Яхты»

Здесь вы всегда найдете наш журнал



«ПрессХаус» ООО, Москва. Специализированные магазины по продаже печатных изданий «Хорошие новости», presshouse.ru/distribution



Магазины «Сейлс» ЗАО, Москва, www.salespress.ru/stores.php



Сеть киосков ООО «Селект-Медиа», Москва, www.katera.ru/region/6020



Дилерская сеть компании «Аквадрайв», www.aquadrive.ru



Дилерская сеть компании «Сумеко», www.sumeko.ru



Торговый дом «Царь», Москва, czar.ru



Салоны «Мореман», www.moreman.ru



Яхт-клуб МРП «Водный мир», Москва, yachtclub-mrp.ru



Клуб «Поинт Фитнес», Москва, www.pointfitness.ru



Салон «Командор», www.komandor-marine.ru



Компания «Жест», www.jest.ru



Салон «Велход», Москва, www.velhod.ru



Салон Казанского завода, www.kazanboats.ru/news.php



Салоны сети «Лодка Хаус», Саратов, lodkahaus.bget.ru



Санкт-Петербургский речной яхт-клуб профсоюзов, www.central-yacht-club.ru



Морской яхт-клуб, Санкт-Петербург, muscspb.ru



«Терийоки», яхтенный порт, Санкт-Петербург, www.yct.ru

Компания «Рэндж Марине», www.xo-boats.ru, www.nordstarpatrol.ru/models



Яхт-клуб «Геркулес», Санкт-Петербург, us-lahta.ru



Яхт-клуб «Балтиец», Санкт-Петербург, baltclub.com



Яхт-клуб «Нева», Санкт-Петербург, www.club-neva.ru



Яхт-клуб «Крестовский», Санкт-Петербург, yacht-clubkrestovsky.ru

Сети заправочных станций «РОСНЕФТЬ», «ЛУКОЙЛ» и «ПТК», Санкт-Петербург, www.katera.ru/region/6026

Салоны сети «Петросет», Санкт-Петербург, www.planetalodok.ru



Салон «Росан», Санкт-Петербург, www.rosan.com



Салон «Фордевинд-Регатта», Санкт-Петербург, www.fordewind-regatta.ru



Компания «Техномарин», Санкт-Петербург, www.texnomarin.ru



Компания «BCH5», Санкт-Петербург, www.bch5.ru



Салон компании Silver, Санкт-Петербург, www.silverboats.ru



Салон «АкваМото», Санкт-Петербург, akvamoto.ru



Салон «Меркурий НИИ ТМ», Санкт-Петербург, www.masterboat.ru



Салон компании «Скиф», Ростов-на-Дону, www.skifon.ru



СТК «Патриот», Ростов-на-Дону, www.stk-patriot.ru/company.html



Магазин «Охота, рыбалка, туризм», Новосибирск, www.hft.ru



Компания «Норд Бот», Санкт-Петербург, www.nordboat.ru

