

Совершенствование обводов глиссирующих катеров

В статье рассматриваются пути усовершенствования обводов быстроходных глиссирующих катеров с целью снижения их сопротивления и повышения мореходных качеств. Публикацией этого материала редакция хотела бы обратить внимание читателей на то, что еще далеко не исчерпаны пути совершенствования обводов казалось бы уже хорошо изученного, отработанного типа.



В 30-е гг. наиболее быстроходными были реданные катера. В СССР под руководством А.Н.Туполева было спроектировано несколько реданных торпедных катеров со скоростями хода до 50–55 уз. Однако небольшая килеватость днища и сильный разнос несущих поверхностей по длине, обеспечивавший значительную продольную устойчивость и затруднявший поэтому огибание волн, вызывали “жесткий” ход на волне с большими перегрузками, что очень ограничивало использование этих катеров.

Во второй половине 30-х гг. в Великобритании известным конструктором Скоттом Пэйном и фирмой “Воспер” были отработаны обводы остроскулых морских катеров с большой килеватостью в носу, умеренной в средней части корпуса и уменьшенной почти до нуля на транце.

В начале Второй мировой войны США получили право на постройку таких катеров, и сразу несколько фирм, в том числе “Элко” и “Хиггинс”, приступили к их строительству, внося в ряде случаев в исходный проект существенные изменения. По назначению это были торпедные катера и “морские охотники”. Командиром одного из торпедных катеров фирмы “Элко” был будущий президент США Д. Ф. Кеннеди.

Несколько сот катеров производства США поставлялись по ленд-лизу в СССР и участвовали в Великой Отечественной войне. В послевоенные годы, по крайней мере, один из этих катеров был обмерен, и его модель испытана в опытовом бассейне.

Аналогичные обводы широко применялись в 50-е гг. и позже на отечественных катерах (пр. 183, 205, 206 и др.). Такие же обводы были взяты за основу при постройке значительной части моделей серии БК (быстроходные катера), испытанных в ЦНИИ им. акад. А.Н.Крылова [1]. К сожалению, максимальные числа Фруда по водоизмещению ($Fr = V/\sqrt{g^3 D}$, где V — скорость, м/с; g — ускорение свободного падения, м/с²;

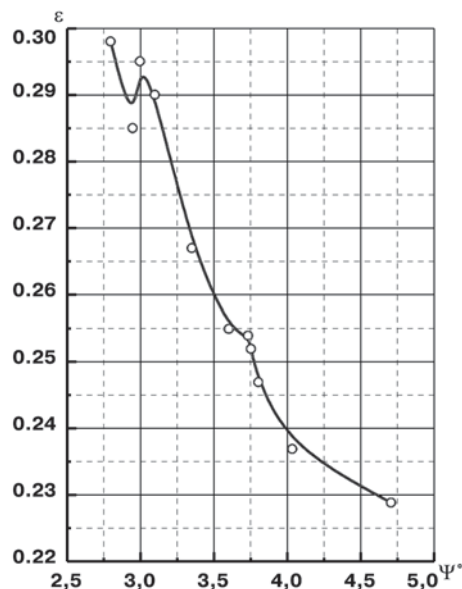
D — объемное водоизмещение, м³) моделей этой серии не превышали 4.5. Позже, в 1971 г., в этом же институте была испытана серия моделей МБК (малые быстроходные катера). Большинство из них имели такие же остроскулые обводы, как катера серии БК, в которую, учитывая специфику мелкого судостроения, вошли модели с меньшим значением отношения длины к ширине, а максимальные исследованные числа Фруда были увеличены до 5.5–6.0.

В 60-е гг. на морских катерах широкое применение нашли обводы моногедрон — со значительной постоянной или близкой к постоянной килеватостью на большей части длины днища, на котором располагалось по несколько продольных реданов; иногда все они доходили от носа до транца, но чаще нижние реданы обрывались раньше. Выполненное в ЦНИИ фотографирование из-под воды движущихся моделей подтвердило, что наиболее эффективно работает часть редана в районе резко расходящихся в стороны брызговых струй, а дальше в корму, где растекание потока от килея к скулам очень слабое, параллельные килею глубоко погруженные реданы практически не оказывают действия: снаружи от них образуется только очень узкий жгутик воздуха, ширина которого составляет около половины ширины редана.

Следующим этапом стала экспериментальная отработка в последние годы в ЦНИИ им. акад. А.Н.Крылова новых — существенно отличающихся от традиционных — обводов однокорпусных катеров, максимальная скорость которых соответствует $Fr = 5$ –6, и катамаранов при $Fr = 8$. Для снижения сопротивления в комплексе использовался целый ряд новшеств.

Как известно, у быстроходных глиссеров из-за потери продольной устойчивости не удается обеспечить оптимальные в отношении сопротивления углы дифферента, а зависимость сопротивления от них очень сильна. Для примера на рис. 1 приведена зависимость сопро-

Рис. 1. Зависимость $\varepsilon = R/D$ от угла ходового дифферента Ψ при $Fr = 5.38$

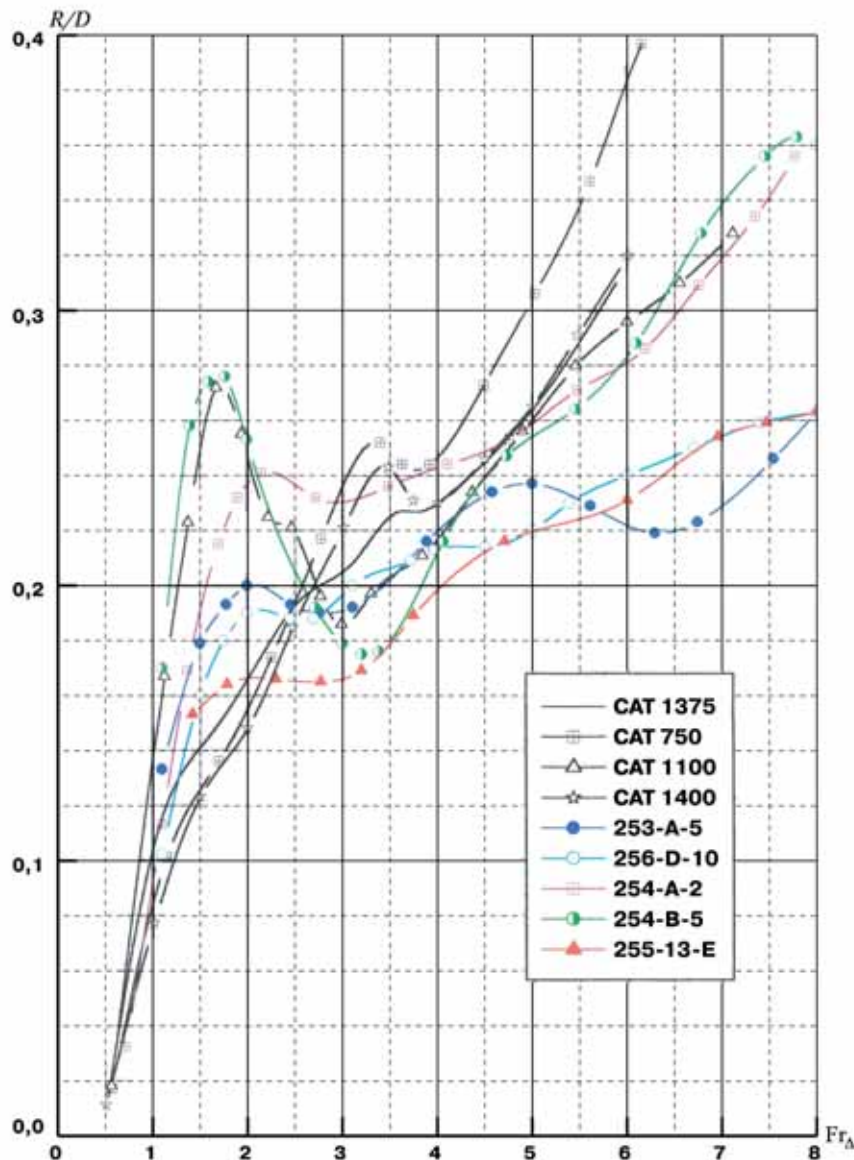


тивления R , отнесенного к водоизмещению (весовому) D , от угла дифферента Ψ . Модель имеет обводы моногедрон с углом килеватости днища 25°. Как видно из графика, увеличение дифферента с 3.0 до 4.5° позволяет снизить сопротивление примерно на 20%, и это далеко не предел. В данном случае вследствие потери продольной устойчивости оптимальный угол дифферента, который при такой килеватости составляет около 6°, достигнут не был.

На отработанных моделях для обеспечения продольной устойчивости при близких к оптимальным углам атаки несущих поверхностей применялись специальные стабилизирующие поверхности или использовалось взаимодействие брызговых струй с элементами корпуса. Наряду с этими средствами и рядом других для снижения сопротивления на больших скоростях отработывались также мероприятия, позволяющие избежать излишнего дифферента и, соответственно, потери гидродина-



Рис. 2. Зависимости относительного сопротивления ϵ моделей катамаранов с новыми обводами (253, 255, 256) и с традиционными обводами (CAT 1375, CAT 750, CAT 1100, CAT 1400, 254-A, 254-B) от числа Фруда Fr_Δ



мического качества на “горбе” кривой сопротивления.

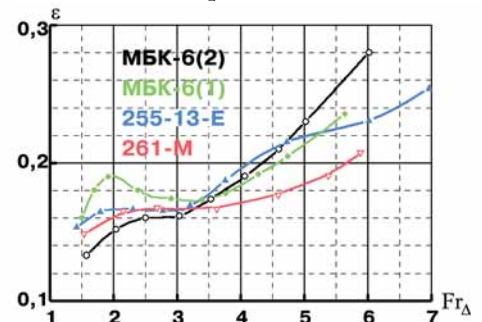
На рис. 2 приведена полученная путем испытаний в опытовом бассейне зависимость относительного сопротивления $\epsilon = R/D$ от числа Фруда по водоземной поверхности для трех моделей катамаранов с новыми обводами. Углы килеватости этих моделей на основных несущих участках днища составляли 18,5, 20 и 22°. В качестве расчетной для всех трех моделей принята скорость полного хода, соответствующая $Fr = 8,0$. На том же графике для сравнения приведены результаты испытаний шести моделей катамаранов с традиционными обводами и меньшими углами килеватости. Как видно из графика, новые обводы на больших скоростях обеспечивают очень значительное, достигающее 28%, снижение сопротивления.

Модель 261-М однокорпусного катера с новыми обводами и углом килеватости основных несущих участков днища 22° отработывалась применительно

к $Fr = 6$ (рис. 3). На этом же графике показаны для сравнения результаты испытаний модели МБК-6 из уже упомянутой серии МБК. Она выбрана благодаря современным обводам моногедрон и углу килеватости 21°, наиболее близкому к рассматриваемой модели. Кривая 1 для МБК-6 соответствует кормовой центровке, при которой потеря продольной устойчивости произошла до достижения $Fr = 6$; более носовая центровка позволила достичь заданного $Fr = 6$, но ценой увеличения сопротивления — см. кривую 2 для МБК-6. У модели катера 261-М с новыми обводами сопротивление на максимальной скорости очень значительно (на 25%) ниже, чем у модели МБК-6 (кривая 2).

На том же рисунке построена кривая для одного из лучших вариантов катамарана с новыми обводами (вариант 255-13-E). Сравнение ее с кривой для однокорпусной модели позволяет предположить, что в целях уменьшения сопротивления переход к катамаранным

Рис. 3. Зависимости относительного сопротивления ϵ однокорпусной модели с новыми обводами (261-М), однокорпусной модели с традиционными обводами МБК-6 (1 и 2), а также катамарана 253-13-E с новыми обводами от числа Фруда Fr_Δ



обводам целесообразен при $Fr \sim 7$, но с учетом большего веса корпуса катамарана при несколько увеличенном числе Фруда.

У очень быстроходных ($Fr > 10$) однокорпусных катеров с большим углом килеватости вследствие малой ширины действующей ватерлинии сложно обеспечить боковую устойчивость. Это обстоятельство, а также возможность использовать для снижения сопротивления и уменьшения перегрузок аэродинамическую силу поддержания в 70-е гг. привели к широкому распространению катамаранов, которые в морских гонках (оффшорный класс) практически полностью вытеснили однокорпусные катера.

Гонимые морские катамараны обычно имеют на каждом корпусе по несколько продольных реданов, а в кормовой части корпуса — два очень невысоких поперечных редана с глубокими желобами за ними для проникновения воздуха в заданную часть днища. Аналогичные обводы имеют и многие однокорпусные катера.

Цель создания таких обводов, по-видимому, в том, чтобы увеличить и тем самым приблизить к оптимальному угол атаки элементов днища, сохранив продольную устойчивость за счет разнесения этих элементов на длине и благодаря реданам свести к минимуму смоченную поверхность.

Таким образом, вследствие возврата к поперечным реданам, правда сильно изменившимся, увеличению килеватости днища и уменьшению по сравнению с прежними реданными катерами разнесу несущих поверхностей, а также эффективному использованию аэродинамических сил поддержания катамаранам удалось обеспечить несравненно лучшие мореходные качества.

Евгений Крамарев,
канд. техн. наук

М.М.Буньков. Расчет сопротивления остроскулых катеров// “Кия”, 1969, № 3(19).

Он же. Исследование сопротивления глиссирующих корпусов// “Кия”, 1974, № 2(48).