

Как создать многорежимный корпус

Николай Алексеев, г. Заречный Свердловской обл.

Идея создания корпуса судна, способного двигаться в наиболее экономичном водоизмещающем режиме и без всякого перехода плавно выходить на режим глиссирования, да при всем том мягко, без ударов двигаться по взволнованной поверхности воды, будоражит умы судостроителей буквально с тех времен, когда появились первые глиссирующие лодки.

Наряду с расчетами немалую роль в конструкторских разработках играют натурные испытания — на предварительных этапах, до постройки полноразмерного корпуса, очень неплохо посмотреть на поведение на воде хотя бы его модели. Серьезные КБ используют для этого опытовые бассейны, в которых масштабные копии будущих судов испытываются методом буксировки. Однако такое сложное и громоздкое, требующее значительных площадей оборудование доступно далеко не всем.

Решение подсказал случай. Листик, зацепившийся за травинку, рисовал на зеркальной поверхности ручейка абсолютно фотографическую картинку волнообразования. Может, вместо использования подвижной модели на неподвижной воде стоит поступить наоборот?

Что делать дальше, стало понятно сразу: необходим «искусственный ручей» с регулируемой скоростью движения воды, простенький динамометр для измерения буксировочного сопротивления и стационарно закрепленная фото- или видеокамера для фиксации картины волнообразования (хотя, в принципе, достаточно и глаза самого наблюдателя).

Габариты гидродинамического стенда для буксировочных испытаний (гидролотка) определились размерениями стандартного листа фанеры. На рис. 1 показана схема такого стенда.

Работает он следующим образом.

Гребной винт (импеллер) 3, вращаемый электродвигателем 1, подает воду в закрытый канал, по которому она поднимается вверх, и, проходя через спрямляющую решетку 6, попадает в открытый сверху канал (лоток) 7, по которому стекает обратно к винту. Скорость потока воды в лотке регулируется наклоном корпуса стенда при помощи регулируемой ножки 12 и оборотами электродвигателя 1.

Хорошо, если в рабочем (испытательном) канале удастся достичь скорости потока 4 м/с и более. При этом число Фруда для модели длиной 0.8 м составит

$$Fr_{\text{мод}} = \frac{V_{\text{пот}}}{\sqrt{g \cdot l_{\text{мод}}}} = \frac{4}{\sqrt{9.8 \cdot 0.8}} = \frac{4}{2.8} = 1.43,$$

где $V_{\text{пот}}$ — скорость потока, м/с; $l_{\text{мод}}$ — длина модели по ВЛ, м.

Это соответствует числу Фруда для глиссирующих корпусов.

Картина волнообразования у модели идентична картине волнообразования реального судна, идущего в режиме, соответствующем такому же числу Фруда, как и у модели.

Поэтому ориентировочную скорость судна можно определить по формуле

$$V_c = Fr_{\text{мод}} \sqrt{g l_c},$$

где V_c — скорость судна, м/с; l_c — длина судна по ВЛ.

В нашем примере скорость судна длиной 8 м составит

$$V_c = 1.45 \sqrt{9.8 \cdot 8} = 12.83 \text{ м/с} = 46.2 \text{ км/ч.}$$

Совершенно очевидно, что задача экспериментатора сводится к уменьшению волн, генерируемых корпусом. При этом уменьшается сила буксировочного сопротивления модели и, соответственно, реального судна.

Уменьшение волнообразования достигается постепенным подстрагиванием корпуса или, наоборот, нащпатлеванием в проблемных местах.

В связи с тем, что модель неподвижна, а поток обтекает корпус, мы видим неподвижную волну, как на фотографии, но, в отличие от плоского фотоснимка, имеем ее трехмерную картинку, можем осмотреть ее со всех сторон, померить амплитуду, определить точки отрыва волны и места замыкания. При этом динамометр показывает сопротивление корпуса и то, как это сопротивление меняется от дифферента и осадки.

Форма и расположение реданов, наделок и спонсонов определяются быстро и эффективно, так как неподвижная «объемная фотография» и постоянно подключенный динамометр мгновенно показывают полезность или вредность каждого отдельного элемента.

Создание всережимного корпуса лодки подразумевает решение нескольких, иногда противоречивых, задач.

Для того чтобы корпус мог идти в экономичном водоизмещающем режиме с высокой скоростью, он должен иметь большое удлинение ($B/L=8-12$) и обтекаемую кормовую часть.

В то же время, чтобы устойчиво глиссировать на больших скоростях, необходимо иметь развитые глиссирующие поверхности, которые должны резко обрываться, чтобы не тянуть за собой воду.

Принципиально соответствует предъявляемым требованиям корпус, изображенный на рис. 2.

Обтекаемая кормовая часть начинается небольшим усту-

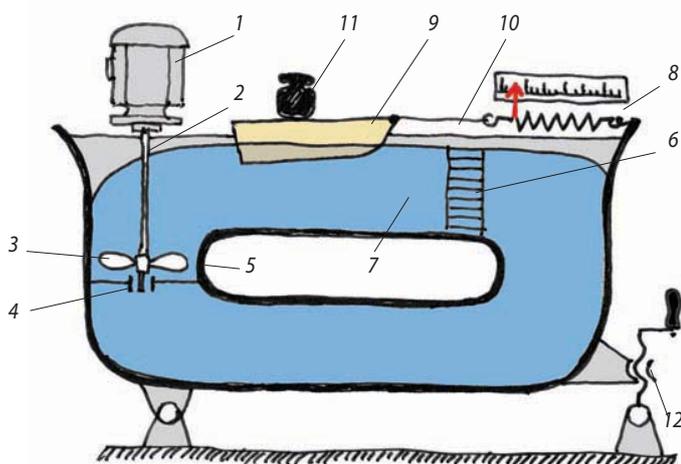


Рис. 1. Схема гидродинамического стенда для буксировочных испытаний

1 – электродвигатель постоянного тока мощностью 2–2,5 кВт при 1500–2000 об/мин; 2 – вал винта; 3 – гребной винт (импеллер) шагом 0,15 м и диаметром 250–300 мм; 4 – неподвижная втулка, в которую вставляется конец вала; 5 – диффузор круглого сечения, охватывающий винт и переходящий в закрытый канал, сечение которого соответствует сечению диффузора; 6 – спрямляющий аппарат (решетка, склеенная из тонкой фанеры); 7 – открытый сверху канал (лоток); 8 – динамометр 0–1500 г; 9 – испытуемая модель; 10 – нить, соединяющая модель с динамометром; 11 – грузики для регулировки водоизмещения модели и придания ей необходимого дифферента; 12 – регулируемая по высоте ножка.

пом (Г), который при увеличении скорости заставляет поток отрываться от боковых поверхностей кормовой части корпуса, что уменьшает смоченную поверхность и позволяет плавно, без всяких скачков переходить из водоизмещающего режима в режим глиссирования. Исходная форма корпуса совершенствовалась на описанном выше стенде. Затем корпус длиной 0,8 м был переоборудован в радиоуправляемую модель и при испытаниях подтвердил свою всережимность и экономичность. Модель испытывалась на скоростях от 0 до 4 м/с, при этом переход из водоизмещающего режима в режим глиссирования совершенно незаметен.

В настоящее время в г. Заречный Свердловской области строится опытный образец парусно-моторной яхты-

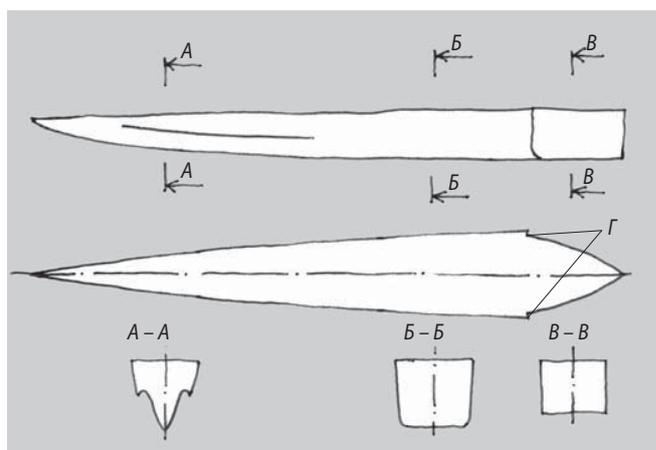


Рис. 2. Эскиз обводов многорежимного корпуса



тримарана длиной 10,5 м, основанный на испытанной модели. Нижняя часть строящегося корпуса показана на фото. Надеемся что в ближайшее время можно будет познакомить читателей с результатами испытаний этого необычного судна. ■

Комментарий Виктора Аносова, кандидата технических наук, начальника лаборатории гидродинамики быстроходных судов ЦНИИ им. акад. А.Н.Крылова

В статье «Как создать многорежимный корпус» говорится о постройке двухрежимного парусно-моторного тримарана, при выборе формы корпуса которого использовались результаты испытаний модели судна в небольшом гидрлотке.

Приступая к созданию двухрежимного судна, предназначенного для движения как в водоизмещающем режиме, так и в режиме глиссирования, необходимо иметь в виду, что любое

техническое решение здесь будет компромиссным. При малых скоростях движения (режим плавания) такое судно будет уступать по своим гидродинамическим характеристикам правильно спроектированному корпусу, предназначенному только для режима плавания. При высоких скоростях движения, когда возможно глиссирование, правильно выбранные обводы глиссирующего корпуса обеспечат меньшее сопротивление движению, чем рассма-

триваемый компромиссный вариант формы корпуса.

На днище тримарана и его бортах сделаны поперечные реданы, предназначенные для обеспечения отрыва жидкости с целью уменьшения смоченной поверхности и снижения сопротивления движению. Однако отрыв жидкости не всегда приводит к уменьшению сопротивления, в ряде случаев оно при отрыве возрастает.

Для уменьшения полного сопро-