



ДИНАМИКА ПАРУСА И МАЧТЫ

Автор: Микко Бруммер / FINNFARE, апрель 2012

При обсуждении динамики мачты и парусов яхты полезно держать в голове метафору о поездке на автомобиле. Если представить парус как аналог двигателя вашей лодки, то комплекс мачта + гик будет аналогом подвески. Мачта управляет натяжением задней шкаторины грота, которая в свою очередь, амортизирует порывы ветра и ветровое волнение. На неровной дороге вам потребуется мягкая подвеска, на гладком асфальте жесткая подвеска будет предпочтительнее. Жесткость подвески настраивается с помощью наклона мачты.

ОСНОВЫ ДИНАМИКИ

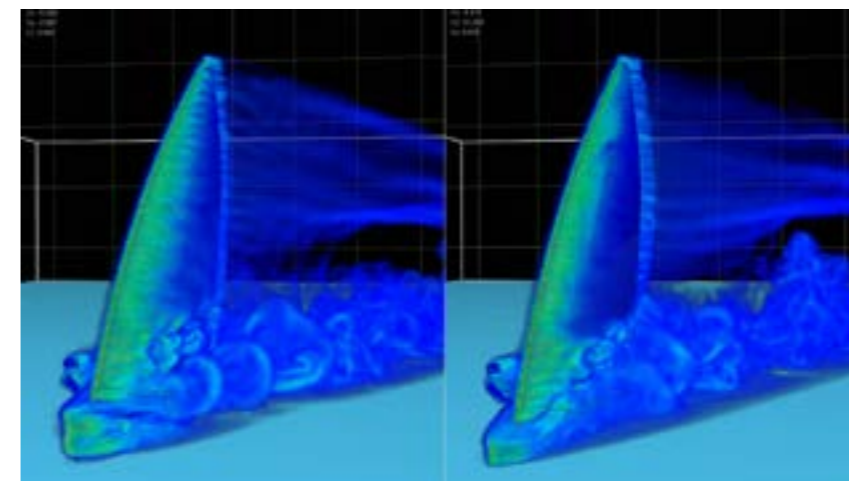
Давайте рассмотрим динамику управления яхтой на волне, по прямой траектории, причем рулевой при этом не помогает лодке движениями тела и руля в преодолении волнения. Ограничимся случаем лавировки.

При прохождении гребня волны, нос лодки резко идет вверх. Топ мачты при этом отклоняется назад, но вследствие момента инерции мачты это происходит

с некоторой задержкой. Мачта распрямляется и закрывает заднюю шкаторину грота. По мере того, как мачта наклоняется назад, вымпельный ветер отходит в навстречную сторону и несколько ослабевает. При закрытии задней шкаторины возникает риск выхода на запретный угол атаки грота и полной потери тяги. Получается, что парус работает не в фазе с продольной качкой; вам бы хотелось открыть шкаторину, при качании мачты назад.

После того, как нос лодки проходит вершину волны и стремительно ныряет вниз, топ мачты наклоняется вперед, но опять с задержкой из-за инерции. Инерция загибает мачту назад и задняя шкаторина открывается. В тоже самое время, из-за кругового движения топа мачты вперед, вымпельный ветер заходит круче к курсу лодки и усиливается. И опять парус оказывается в неудачной фазе; при заходе ветра к носу следовало бы подзакрывать заднюю шкаторину, с тем, чтобы сохранить выгодный верхний профиль паруса.

Подводим итоги. Проход через гребень волны приводит к вариации скорости и направления вымпельного ветра по высоте паруса, особенно в верхней



Турбулентность: численный эксперимент по моделированию турбулентного потока для «Финна» в условиях продольной качки. Движение лодки на волне сильно влияет на аэродинамику и, к примеру, может процентов на 10 в среднем уменьшить силу тяги паруса. Последние успехи в программах по вычислительной аэродинамике (CFD) позволяют гораздо точнее учесть влияние волны на парус и лодку.

части, где амплитуда движений максимальна. Все это губительным образом действует на скорость, если ничем не компенсируется.

Опытные финнисты нашли способ борьбы с этим явлением. Для того, чтобы заставить парус работать в фазе с вымпельным ветром, рулевой должен сделать мощный «качок» ногами и бедрами в момент восхода носа на волну. Иногда «качок» дополняется движением тела, при этом надо быть осторожным и не нарушать Правило 42. Импульс от нижней части тела гонщика через палубу и пяртнерс распространяется вверх по мачте и открывает заднюю шкаторину, как только нос всходит на волну. В этом случае парус оказывается в благоприятной фазе с качанием вымпельного ветра.

После схода с гребня волны задняя шкаторина закрывается и оказывается в выгодной фазе. Все сказанное происходит в течение 1–2 секунд, типичное время прохода гребня волны для «Финна». Таким об-

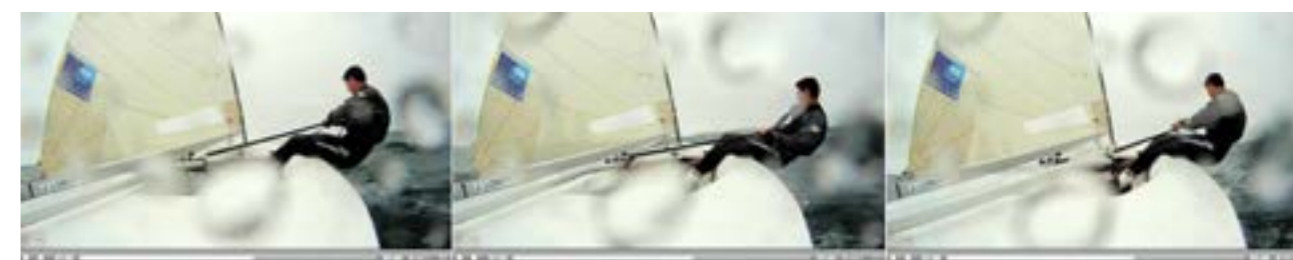
разом, следует обрабатывать каждую волну. Следует довести до автоматизма этот навык управления задней шкаториной в фазе с продольной качкой. Синхронизация этой процедуры не всегда проходит идеально, так как иногда возникают повторные рывки на парусе при сходе с волны.

Часто рулевой совмещает движения румпеля и тела, с тем, чтобы помочь лодке подстроиться под вымпельный ветер. Движения румпеля помогают, также, избежать зарывания в подошву волны и помогают выдерживать равновесие при открене. Впрочем, это в большей степени относится к управлению килевыми лодками. Когда лодка идет с креном, перо руля приобретает вторую функцию. При переключении румпеля на приведение, перо руля притапливает корму вниз, а при уваливании перо руля приподнимает корму, толкая нос вниз. Шкипер килевой лодки использует этот эффект, переключая румпель на приведение при подходе к гребню волны тем самым при-



На фото сверху: Даниэль Биргмарк – иногда большая волна требует энергичной работы на румпеле.

На фото внизу: Джонатан Лобер использует импульс всего тела для отработки каждой волны. Он откидывается назад, когда нос лодки ныряет с волны и перемещается вперед при проходе подошвы волны. Картина сильно искажена камерой GoPro. На видео динамика выглядит нагляднее. Автор фото Лайнель Котин/Федерация парусного спорта Франции.





поднимая нос лодки. После прохода гребня рулевой перекладывает румпель на уваливание, заставляя нос лодки опускаться, следуя контуру волны и не допуская ударов носом о волну. Эта же техника применима

для «Финна» в сильный ветер, но несколько в меньшей степени, так как швертбот ходит с меньшим креном, чем килевка.

В условиях битой волны и нестабильного ветра обычно предпочтительнее мягкая мачта, особенно мягкая в верхней части в боковых направлениях. Она позволяет более эффективно передавать кинетику тела рулевого парусу, чем жесткая мачта. Мачты, мягкие внизу в продольном направлении («вперед-назад») (мачты с большим отклонением топа под нагрузкой в продольном направлении) могут быть также быстрыми на волне.

С другой стороны, на гладкой воде жесткая мачта позволит Вам идти острее. Как мы уже упоминали в начале статьи, для регулировки натяжения задней шкаторины используют наклон мачты. В условиях битой волны необходимо иметь более мягкую, отзывчивую заднюю шкаторину, поэтому в этих условиях лучше завалить мачту назад. ■



Динамика мачты при прохождении волны: когда нос яхты идет вверх, топ мачты отклоняется назад, но с некоторой задержкой из-за инерции. Инерция заставляет мачту выпрямляться, тем самым закрывая заднюю шкаторину — совершенно противоположное тому, чего мы хотели бы видеть. Для того, чтобы несколько смягчить этот эффект, мы хотим сделать мачту насколько можно легче. Парус также не избегает эффекта инерции, поэтому стараются по возможности использовать легкий материал и легкие таты.