



ПАРАСЭЙЛОР – спинакер с крылом

Спинакер известен яхтсменам уже очень давно — в этом году ему исполняется 140 лет. Впервые этот пузатый парус появился в 1866 г. на гоночной яхте под названием “Sphinx” (“Сфинкс”), причем сами яхтсмены называли его “Sphinx-acre” (можно перевести как “принадлежащий сфинксу участок земли”). В обиходе название быстро сократилось до спинкера и спинкер-акера, после чего преобразовалось в уже привычное нам “спинакер”. И вот уже без малого полторы сотни лет этот парус без существенных изменений остается одним из важнейших практически для всех яхтсменов (но прежде всего, конечно, для гонщиков), ибо на попутных курсах он наиболее эффективен.

Что же объясняет высокую эффективность спинакера на полных курсах и невысокую в этой ситуации — обычных косых парусов? На полных курсах парус (читай — крыло) работает с большим углом атаки при низкой относительной скорости воздушного потока (т.е. при невысоком числе Re). Как известно из аэродинамики, в этой ситуации наилучшим образом работают крылья с очень большой кривизной профиля (например, наподобие профилей Бенедекка), дающих высокое значение C_y именно при таких обстоятельствах*. Эффективность спинакера как раз и объясняется большой стрелкой прогиба его поперечного профиля, обычные же косые паруса в этом случае работают плохо из-за эффекта обратного тока воздуха при больших углах атаки, снижающего C_y . За многие годы развития косо парусного вооружения спинакер стал (наряду с бермудскими парусами) одним из самых существенных результатов его совершенствования.

Однако при всех достоинствах спинакер отнюдь не идеален. Одна из главных проблем, с которой яхты под ним сталкиваются на высоких скоростях — это брочинг, неконтролируемое и стремительное приведение лодки к ветру. Брочинг под спинакером вызывается тем, что его максимальная тяга развивается в верхней части паруса — зоне наибольшей кривизны, поскольку, согласно законам аэродинамики, именно тут наблюдается наибольшая разница давления между наветренной и подветренной сторонами паруса (строго говоря, брочинг вызывается комплексом причин и необязательно возникает только под спинакером, но именно под ним он наиболее част и опасен). Вдобавок покрой современных спинакеров таков, что их максимальная ширина тоже смещена кверху, поэтому точка приложения результирующей подъемной силы находится в верхней части паруса. Как следствие, значительная часть тяги спинакера передается яхте через одну точку — крепления блока спинакер-фала на мачте. И, хотя вектор тяги фала направлен вперед и отчасти под ветер и,

* Категорически ошибочными являются утверждения ряда авторов о том, что на попутных курсах профиль паруса не играет роли и что тяга спинакера осуществляется лишь за счет его аэродинамического сопротивления как плохообтекаемого объекта, поставленного поперек потока.

казалось бы, просто не может вызывать приведение яхты к ветру, именно он-то всему виной. В сочетании с глубоко расположенным ЦБС высоко приложенная точка тяги вызывает появление сильного дифференцирующего момента, вжимающего яхту носом в воду. ЦБС смещается в нос, облегчая приведение яхты к ветру, но дело не только в этом. ЦП за счет вынесенного вперед спинакера может по-прежнему оставаться впереди ЦБС, но в том-то и фокус, что спинакер тянет не так, как обычный носовой парус — за шкот. Он тянет за топ мачты (на лодках с топовым вооружением), нагружая яхту на кренах значительным вращающим моментом, разворачивающим ее на ветер и по величине своей равным тяге спинакер-фала, умноженной на горизонтальное расстояние между блоком спинакер-фала и вертикальной плоскостью, проходящей через ЦБС яхты. Противодействует этому приводящему моменту другой, приложенный к перу руля за счет возникающей на нем подъемной силы. Стоит этой силе заметно уменьшиться (прорыв воздуха к перу, сильный крен, проход гребня волны), как яхта неустойчиво бросается на ветер, и последствия могут быть печальны.

Поэтому для всех, кто пытался усовершенствовать спинакер, было очевидно — надо уменьшить усилие, вжимающее нос яхты в воду, разгружая его, и постараться как можно сильнее снизить кренящий момент. Оба этих условия достигались бы при перемещении результирующей точки приложения силы тяги вниз по площади паруса — но, увы, в силу особенностей спинакера, о которых сказано выше, это никак не удавалось сделать. Поэтому разработчики направили усилия на реализацию другой идеи — попытаться помимо силы тяги, направленной вперед, добавить к

спинакеру и силу, направленную вверх. Подобная сила к тому же стабилизовала бы спинакер, предупреждая его “угасание”.

В качестве попытки такого решения можно рассматривать спинакеры с эффектом Вентури, появившиеся во второй половине 50-х гг. XX в. Они имели большое количество отверстий с пришитыми трубками Вентури, направленными несколько вниз, если смотреть от кормы к носу. Создатели этого паруса предполагали, что реактивная сила, возникающая на поверхности трубок, разгрузит нос яхты и стабилизирует парус. Однако надежды, возлагавшиеся на эти спинакеры, не оправдались — они и в самом деле стали чуть более эффективными, получив несколько больший коэффициент подъемной силы C_p , но вот приводящий момент тоже усилился. Спинакеры подобного типа и сейчас порой появляются на гоночных дистанциях, но пока так и не смогли успешно зарекомендовать себя.

Радикально усовершенствовать спинакер удалось немецкой фирме “Istec”, которая после четырех лет экспериментов предложила яхтсменам парус нового типа, названный ею Parasailor². Главное отличие его от всех ранее предлагавшихся вариантов спинакера — наличие в верхней части самоподдерживающегося горизонтального крыла с авторегулируемым профилем.

Выглядит все это так: выше середины паруса в нем сделана широкая горизонтально ориентированная прорезь, на половине высоты которой расположено горизонтальное объемное крыло, выполненное из той же ткани, что и сам парус. Связывает парус и крыло (а также обе стороны прорези) в единое целое система специальных стропов, на которой висит это крыло. Воздух, выходя-

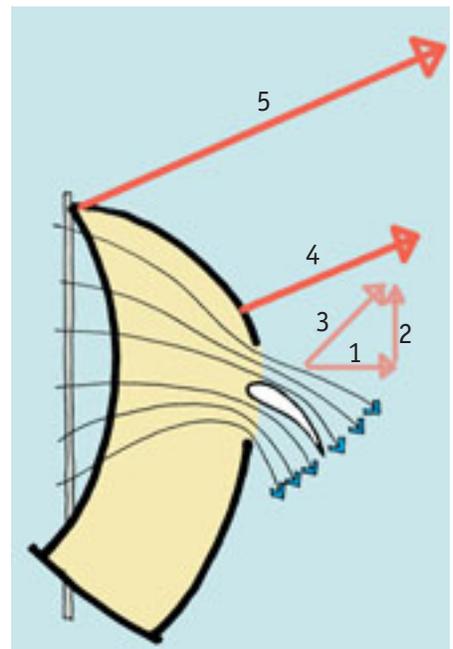


СХЕМА СИЛ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА СПИНАКЕР ТИПА PARASAILOR²: 1 — СИЛА ТЯГИ КРЫЛА, 2 — ПОДЪЕМНАЯ СИЛА, 3 — РЕЗУЛЬТИРУЮЩАЯ СИЛА, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА КРЫЛО, 4 — СИЛА ТЯГИ СОБСТВЕННО СПИНАКЕРА, 5 — РЕЗУЛЬТИРУЮЩАЯ СИЛА, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА КРЫЛО И СПИНАКЕР

щий из прорези, поддерживает крыло, создавая на нем подъемную силу. Крыло не сплошное, оно состоит из верхнего и нижнего полотнищ, между которыми имеются специальные отверстия; вырывающийся из прорези в парусе поток воздуха, попадая в эти отверстия, заставляет крыло как бы “надуваться”, придавая ему полноценный аэродинамический профиль, форма которого зависит (в некоторой степени) от усилия этого своеобразного “поддува”, автоматически регулируясь. Что достигается этим решением?

Во-первых, вводя прорезь в верхней части паруса (аэродинамически наиболее нагруженной), разработчики доби-

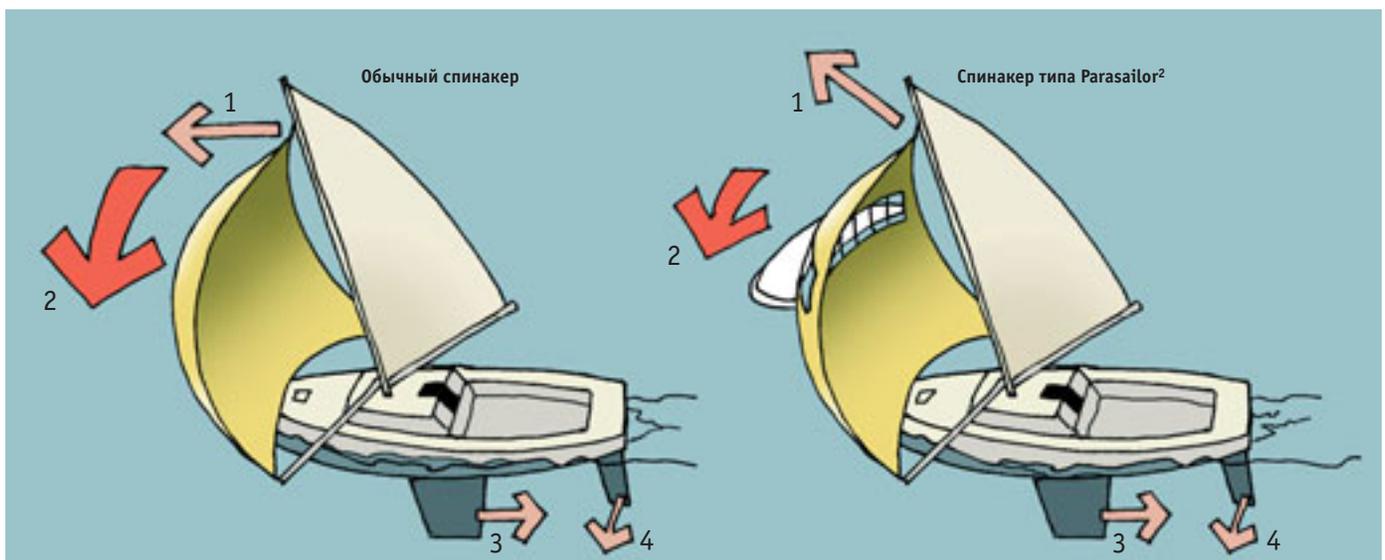


СХЕМА СИЛ, ВЫЗЫВАЮЩИХ ПОД СПИНАКЕРОМ ПРИВОДЯЩИЙ МОМЕНТ:

1 — СИЛА ТЯГИ СПИНАКЕРА, 2 — ПРИВОДЯЩИЙ МОМЕНТ, 3 — СИЛА ПРОДОЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ, 4 — ПОДЪЕМНАЯ СИЛА ПЕРА РУЛЯ



лись смещения точки приложения тяги в его нижнюю часть, уменьшив кренящий момент, им создаваемый.

Во-вторых, отверстие в парусе стабилизирует его положение, выполняя примерно ту же роль, что и отверстие в куполе парашюта. Кроме того, оно же работает и как предохранительный или перепускной клапан, снижая рывки паруса при резких порывах ветра.

В-третьих — и это самое главное! — возникающая на крыле сила, направленная вверх, заметно разгружает нос яхты, одновременно противодействуя и крену, и (при уже развившемся сильном крене) описанному нами выше вращающему моменту, приводящему нос яхты на ветер. Причем крыло ориентировано так, что на нем возникает отнюдь не только сила, направленная вверх. Нет, оно точно также развивает и тянущее усилие, компенсируя этим потерю площади спинакера, причем в сочетании с подъемной силой это в целом превышает потери, вызванные отверстием в парусе.

В-четвертых, крыло повышает стабильность несения спинакера в слабые ветра,

поддерживая его и не давая парусу погаснуть.

В-пятых, надувшееся крыло работает как своего рода эластичная лата, удерживая наветренную шкаторину в правильном положении и не давая ей “завернуться” при заходе ветра. За счет этого, кстати, новый парус может заменить собой и геннакер, имея возможность (по данным фирмы-изготовителя) уверенно работать в диапазоне курсов от 180 до 70° относительно ветра.

Говоря об особенностях работы крыла, нельзя не напомнить: подъемная сила на нем растет пропорционально квадрату скорости протекающего по нему воздуха. В то же время

сама эта скорость (в рассматриваемом случае) может быть уже довольно заметной, поскольку здесь мы имеем дело фактически с конфузуром — широкая сферическая часть спинакера сходится к относительно узкому отверстию, что вызывает значительное ускорение выходящего из отверстия и набегающего на крыло потока. На это также работает и возникающий щелевой эффект, отчасти приближая новый спинакер к парусам Корбелини. Но главное — при усилении скорости ветра вдвое подъемная сила, противодействующая брочингу, вырастает на новом парусе вчетверо! Безусловно, это сильно облегчает рулевому жизнь, делая управление яхтой безопаснее, а ее поведение — более предсказуемым.

Если говорить о конкретных цифрах, то испытания нового паруса в натуральную величину вместе с его традиционным оппонентом такой же площади в аэродинамической трубе концерна “Daimler-Chrysler” привели к следующим результатам: влияние подъемной силы, противодействующей приведению яхты к ветру, у Parasailor² отмечается уже начиная со скоростей ветра 7–8 м/с, а при скорости ветра 13–15 м/с дифференцирующее усилие у классического спинакера по сравнению с новым парусом оказалось больше почти на треть, при этом его тяга выше всего лишь на 1.5%. Более того, испытания в этой трубе показали, что новый парус может работать в диапазоне... от 2 до 10 баллов по шкале Бофорта! Это звучит малопривлекательно, но утверждается,

что это именно так. В любом случае приведенные выше цифры документально подтверждены и вполне наглядно отражают преимущества нового паруса. Надо также отметить, что управление им осуществляется классическим образом — в том смысле, что для контроля за крылом не требуется никаких новых снастей, оно стоит абсолютно самостоятельно и автоматически регулируется по потоку. Точно так же и его постановка ничем не отличается от традиционной.

Безусловно, конструкция Parasailor² (она запатентована) гораздо сложнее и изощреннее, чем обычного спинакера. Усиление горла прорези потребовало применения прочных волокон, немало хлопот добавило изготовителю и крыло (делающееся отдельно в Гонконге у неназываемого “лучшего мирового изготовителя параглайдеров”) — в общей сложности в новом парусе отдельных деталей вчетверо больше, чем в традиционном спинакере, что, разумеется, сказалось и на его цене. Здесь надо отметить странную вещь — хотя сам изготовитель говорит о разнице в цене всего в 20–25% по сравнению с классическим спинакером такой же площади, мы, прицениваясь на “Hanseboot 2005”, убедились, что цена Parasailor² практически втрое выше. Так, для популярной уже яхты “Elan Impression 344” цена пошива хорошего спинакера у многих фирм составляет около 900 евро, в то время как Parasailor² для нее же стоит без малого 3000! Тем не менее фирма-изготовитель уже сегодня столкнулась с потоком заказов, превышающих ее возможности — она получает свыше 30 заявок в день, причем их число особенно выросло после того, как новый парус было разрешено применять в регатах, проводимых по правилам обмера IRC (мы специально уточнили этот факт у технического директора RORC Майка Арвина).

Коллеги из немецкого журнала “Segeln”, уже успевшие испытать новый парус, нашли, что он существенно облегчает управление яхтой (особенно в сильный ветер), отметив, что при ветре 11–12 м/с они спокойно несли Parasailor² в чистый галфвинд вообще без малейших намеков на стремление яхты привестись к ветру. Также они отметили высокую устойчивость нового паруса при слабых ветрах (хотя все же, по их мнению, это парус сильного ветра) и возможность легко нести его без гика. Гораздо дальше пошли сотрудники “Die Yacht”, попросту причислив новый парус к ста наиболее важным изобретениям в области конструкции парусных яхт и их вооружения. Посмотрим, насколько оправдаются эти оценки... ✕

