

Георгий Лысенко, Москва

Подвесной ветродвигатель для маломерных судов

В журнале «Кия» (см. 1978 г., № 4, с. 29; 1981 г., № 1; 1986 г., № 4) неоднократно обсуждался вопрос об использовании ветродвигателя для приведения в движение судов. Интерес к этой проблеме был обусловлен теоретической возможностью движения таких судов против ветра, хотя она некоторое время и подвергалась сомнению. Однако распространения подобные устройства до сих пор не получили. С 1975 г. по настоящее время в русскоязычных журналах удалось найти только три сообщения о конструктивном воплощении этой идеи. Причиной этого, на наш взгляд, является отсутствие учета части идеальных потерь, связанных с закруткой потоков ветродвигателем и гребным винтом при проектировании таких судов. Учет же этих потерь показал, что область основных параметров, при которых возможно движение против ветра, очень узка. На рис. 1 обозначена такая область для двух наиболее важных параметров: приведенного радиуса r , равного отношению радиуса гребного винта к радиусу ветродвигателя, и передаточного числа, равного отношению угловой скорости вращения гребного винта к

угловой скорости вращения ветродвигателя. Судно может двигаться против ветра, только когда параметры системы «ветродвигатель–гребной винт» оказываются внутри области, ограниченной верхней и нижней кривыми.

Область возможных относительных скоростей движения навстречу ветру показана на рис. 2, где вверх отложено отношение скорости движения судна с ветродвигателем против ветра к скорости ветра. Верхняя кривая на рис. 2 соответствует верхней кривой на рис. 1. Это же относится и к нижним кривым (все представлены в сглаженном виде). Они получены для идеальных винтов на основании законов сохранения импульса, момента импульса и энергии при оценочных значениях коэффициентов аэродинамического (0.5) и гидродинамического (0.1) сопротивлений корпуса судна. Силы сопротивления считались пропорциональными квадрату скорости. На практике за счет неидеальных потерь в ветродвигателе и гребном винте область допустимых значений становится уже, чем на рис. 1.

На приведенных графиках указаны точки, соответствующие реальным конструкциям, сведения о которых появлялись в публикациях. Точка 1 на рис. 1 соответствует модели судна с ветродвигателем, испытанной в 1975 г. (см. журнал «Изобретатель и рационализатор», 1979 г., № 1). Диаметр ветродвигателя на этой модели – 1 м; диаметр гребного винта – 0.25 м. Это соответствует приведенному радиусу 0.25. Передаточное число равно 1. В той же заметке сказано, что при скорости ветра 6 м/с модель двигалась против ветра со скоростью 5 км/ч (1.4 м/с). В этом случае относительная скорость равна 0.23 (верхняя точка 1 на рис. 2). В то же время с помощью линейной интерполяции по рис. 1 и 2 можно установить, что относительная скорость модели должна была быть равна примерно 0.17 (нижняя точка 1 на рис. 2), поскольку все скорости в данном случае оценивались приблизительно.

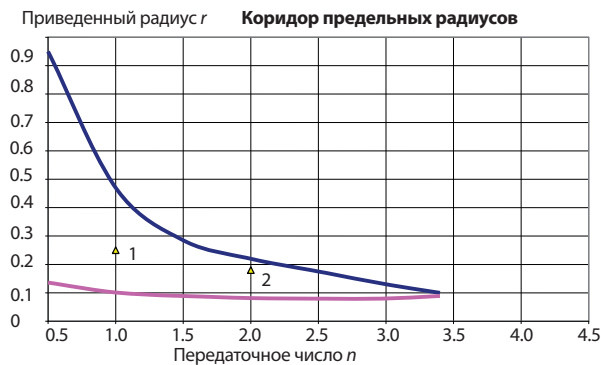


Рис. 1. Область значений параметров r и n , при которых возможно движение против ветра

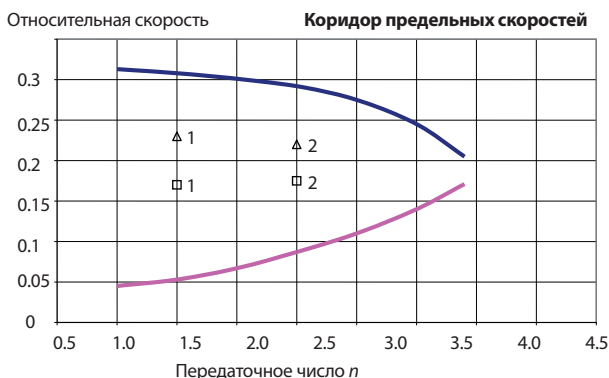


Рис. 2. Область предельных относительных скоростей движения против ветра



Рис. 3. Байдарка «Таймень-2» с ветродвигателем



Рис. 4. Подвесной ветродвигатель в поднятом положении



Рис. 5. Надувная лодка «Язь-3» с подвесным ветродвигателем

Рис. 6. Подвесной ветродвигатель на надувной лодке в поднятом положении



Автором были разработаны и испытаны две конструкции маломерного судна с ветродвигателем: на основе байдарки «Таймень-2» (рис. 3 и 4) и на основе надувной лодки «Язь-3» (рис. 5 и 6). В обоих случаях ветродвигатель, трансмиссия и гребной винт были объединены в один узел, способный поворачиваться вокруг горизонтальной оси для подъема гребного винта на мелководье. Подробно эти конструкции описаны в заявке на изобретение №2007100459 от 09.01 2007 г., получившей, кстати, положительное решение.

Диаметр ветродвигателя в обоих случаях равнялся 2.8 м; диаметр гребного винта – 0.5 м, что соответствует приведенному радиусу 0.18. Передаточное число от ветродвигателя к гребному винту равно 2 (точка 2 на рис.1). Расчетная скорость байдарки при движении против ветра составляет 0.22 (верхняя точка 2 на рис.2). Результаты испытаний байдарки с ветродвигателем при движении против ветра на Рыбинском водохранилище в 2006 г. показаны на рис. 7, из которого следует, что средняя относительная скорость движения против ветра составляет 0.175 (нижняя точка 2 на рис. 2).

При этом следует отметить, что гребной винт и при движении по ветру, и при движении под углом 90° к ветру (рис. 8, 9) был настроен на максимальную скорость движения против ветра. Кроме этого, в связи с тем, что в конструкции не предусмотрены шверты, компенсация упора ветродвигателя при боковом ветре осуществляется поворотом вектора тяги гребного винта.

На надувной лодке измерений скорости движения не проводилось из-за сложности закрепления на ней необходимого для этого оборудования. Однако можно констатировать, что она уверенно движется на всех курсах, но с меньшей скоростью, чем байдарка. По нашей оценке, средняя относительная скорость движения против ветра надувной лодки составляет 0.1. Это связано не только с более высокими коэффициентами сопротивления, но и с тем, что на ней использовался ветродвигатель с гибкими лопастями, поскольку на короткой лодке неприемлема ситуация, когда ветроколесо поворачивается на 360° . Для того чтобы этого избежать, лопасти ветродвигателя были снабжены флюгерными нервюрами, способными поворачиваться под действием набегающего потока на фиксированные углы. Благодаря этому при изменении направления ветра на 180° аэродинамическая крутка лопасти меняется на противоположную, а направление вращения ветроколеса и, следовательно, гребного винта остается тем же самым. Таким образом, любое направление ветра может быть использовано при повороте плоскости ветроколеса на 90° . При этом оно всегда остается вне зоны нахождения экипажа, и плоскость его вращения никогда не проходит через область нахождения людей. Однако аэродинамическое качество гибких лопастей ниже, чем жестких, что приводит к уменьшению скорости.

Суда с описанными устройствами движутся совершенно бесшумно, вдобавок при движении навстречу ветру испытываешь совер-

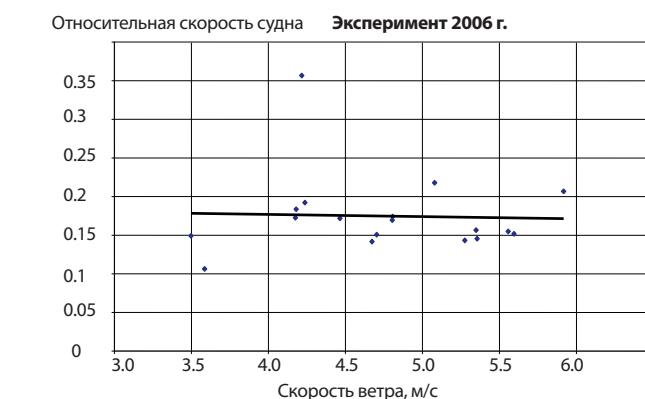


Рис. 7. Относительная скорость движения против ветра

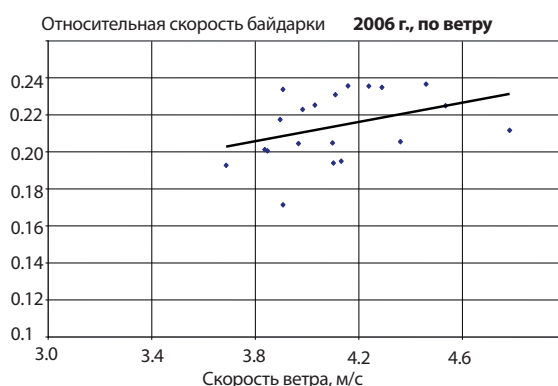


Рис. 8. Относительная скорость движения байдарки с ветродвигателем по ветру

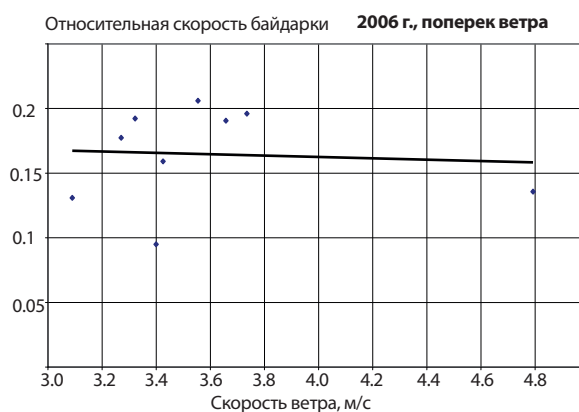


Рис. 9. Скорость движения байдарки с ветродвигателем под углом 90° к ветру

шенно необычные эмоции. В отличие от парусных судов они могут быть использованы на узких реках и протоках.