

Евгений Данилов



Крупномасштабная самоходная модель катера ЦАГИ с плавниковыми двигателями

Плавник дорогу найдет!

Великое множество типов двигателей создал человек, а велика ли их эффективность? Да, некоторых очень велика, например, двигателей торпед и подводных лодок. Пропульсивный КПД этих аппаратов зашкаливает за 0.8. Самый большой эффект наблюдается у тех аппаратов, где имеется кольцевой водозабор, «стягивающий» пограничный слой воды с их корпуса; другими словами, в случае применения гидрореактивного движения. Впервые на это явление обратил внимание доктор технических наук профессор Сергей Васильевич Куликов.

Странно: казалось бы, у подводной лодки с «вылизанным» гребным винтом, «живое» сечение струи которого вдвое больше, чем сечение сопла водомета, не может быть конкурентов. Ан, нет!

В конце 80-х гг. прошлого века в СССР была построена первая подводная лодка с гидрореактивным двигателем, испытания которой показали, что водомет даже на относительно низкой скорости ни на грош не усту-

пает гребному винту. Но тогда, около четверти века назад, одинокий голос доктора наук С. В. Куликова услышан не был. Зато установлен факт: высокая эффективность была достигнута не за счет высочайшего КПД водомета, а за счет удачного взаимодействия двигателя с корпусом, т. е. снижения буксировочного сопротивления, о котором С. В. Куликов и говорил. Кстати, научная разработка водомета была выполнена им на предельно высоком для того времени уровне.

Один известный ученый решил убедиться в степени вклада плавника в движение дельфина методом «острого опыта», как он выразился, т. е. попросту отрезав дельфину хвост. Конечно, бедный дельфин не смог плыть, а ученый, слава Богу, убедился, что плавник бионтам, в том числе и дельфинам, служит двигателем, эффективности действия которого человечеству достичь пока не удастся.

Оставим ученого наедине с его совестью и вникнем в суть вопроса.

Вообще, взаимодействие двигателя с корпусом судна в настоящее время мало изучено, и еще меньше у нас ученых, владеющих этим вопросом. И все-таки, можно ли эффективность двигателей поднять до эффективности плавника рыб и китообразных?

Вообще, взаимодействие двигателя с корпусом судна в настоящее время мало изучено, и еще меньше у нас ученых, владеющих этим вопросом.

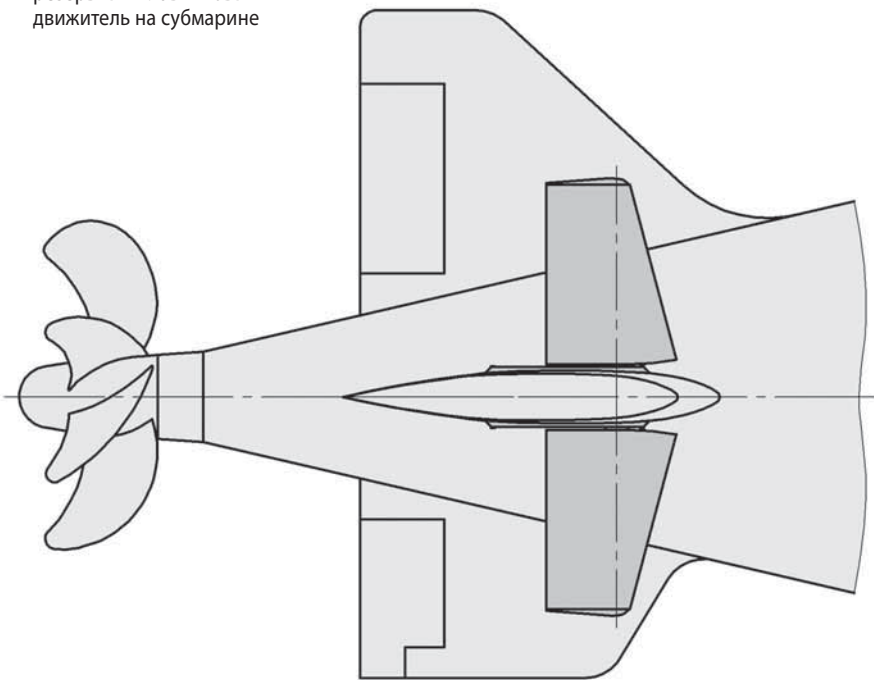
И все-таки, можно ли эффективность двигателей поднять до эффективности плавника рыб и китообразных?

Возможно-то возможно, да не очень. Дело в том, что биологическое взаимодействие плавника рыбы и ее корпуса настолько сложно, что техническими методами его воспроизвести не удастся ни сегодня, да и в обозримом будущем вряд ли получится. А тогда зачем весь сыр-бор?

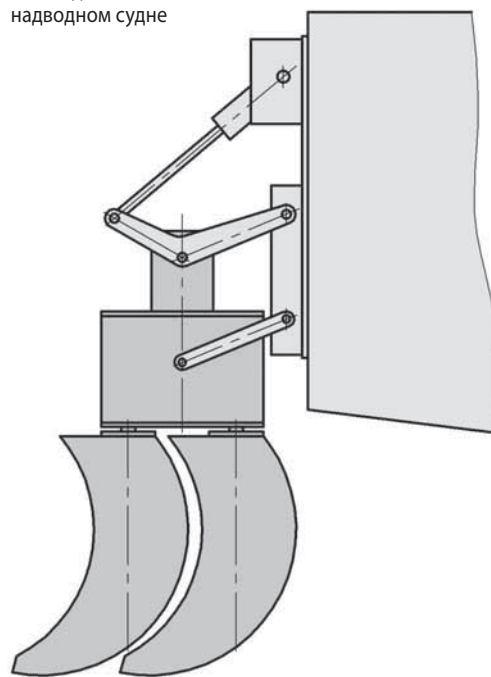
А вот зачем. Мы действительно не можем реализовать сложнейшую механику взаимодействия плавника, хвоста и корпуса бионтов, зато можем «механизировать» ту небольшую частичку выявленных действий и кинематических особенностей, которые могут в значительной степени повысить гидродинамические качества плавсредств в некоторых условиях.

Корабелам хорошо знаком так называемый резервный двигатель. Он

Так может выглядеть резервный плавниковый движитель на субмарине



Двукрылый плавниковый движитель на надводном судне



нужен при швартовке, прохождении узкостей и в случае отказа главной двигательной установки. А каков пропульсивный КПД у «резервников»? Да всего около 0.2.

Теперь спросите любого капитана или командира корабля: нужен ли ему резервный движитель с КПД, равным 0.6? Думаю, он вас не поймет, поскольку нет таких резервных движителей! А хотелось бы иметь в качестве такого плавниковый движитель, только он в настоящее время еще слишком малоизвестен.

Вот теперь, пожалуй, следует разобраться, что же такого хорошего в этом новом необычном решении. В литературе по этому вопросу вы найдете либо подробное описание действия различных групп мышц бионтов, либо обильное наукообразие, окруженное дифференциальными уравнениями в частных производных, и лишь длительный анализ многочисленных трудов позволит вам четко определить явные преимущества плавникового движения. Их не так много, зато они существенны...

Много лет назад судьба столкнула меня с этой проблемой, и я вовсе не был сторонником создания плавникового движителя, но это продолжалось недолго. Постепенно, вникая в особенности проблемы, пришлось убедиться в почти неограниченных возможностях биологического движения. Более

того, стало ясно, что лопасть гребного винта – лишь частный случай плавникового движителя, представленный во вращательном движении, с той разницей, что метод создания нагрузки у винта можно считать стационарным, а у плавника он переменный в любой момент периода колебаний, и именно это придает ему особые свойства и качества.

Некоторые специалисты даже утверждают, что благодаря колебательным движениям плавник способен создавать периодические косые натекания на плавучий объект, за счет чего пропульсивный коэффициент в целом может быть существенно повышен.

Практическая реализация плавникового движителя началась примерно в 1980 г. в стенах КБ «Винт». Мне тогда было поручено создать торпедообразный аппарат длиной 4 м и экспериментально проверить плавниковое движение в различных режимах. Привод, единственно доступный в то время, мог быть гидравлическим. В результате весь аппарат оказался так забит гидроаппаратурой, что пальца некуда было сунуть! На этом первые попытки закончились. Тогда впервые мы и задумались о том, что плавнику традиционные приводы не годятся. Решение нужно было искать, опираясь на какой-то новый кинематический принцип, при этом необязательно

слепо копируя движение рыбьего хвоста.

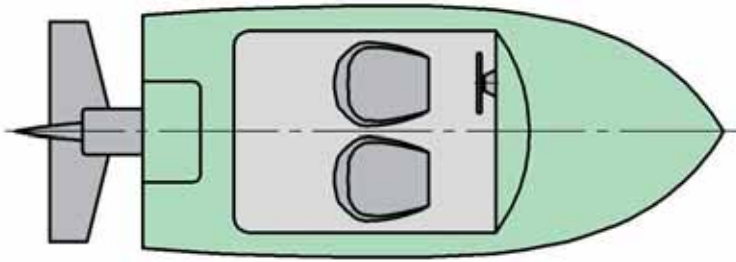
Если вспомнить историю поиска этих решений, то картина выглядела примерно так. Ну, помахивает рыба хвостом, потому хорошо и плывет, давайте и мы «помашем». Помахали, поплыли, но... плохо.

Оказалось, что плавник рыбы совершает вовсе не угловое перемещение, а плоско-параллельное, угловое же не позволяет иметь оптимальные углы атаки или натекания в переменном законе движения. Попробовали реализовать этот принцип, но все равно КПД не превысил 0.4.

Возникла другая проблема: привод плавника был очень инерционным, и при его перемещении из одного крайнего положения в другое, тратится весь «керосин» на преодоление инерционных масс. А как же рыбы и дельфины?

Проблемы росли. Что хорошо гребному винту, то плохо плавнику. Но возможности гребного винта давно себя исчерпали. Мой старый учитель Эльхан Давудович Мамедов в сердцах даже как-то назвал его «колуном». Да, колун и есть: рубит себе воду слепо, по единожды установленному, хоть и хорошему, закону. Выходит, правда, кроме гребного винта человечество пока ничего лучше не придумало.

Но не будем торопиться. Давайте придадим вращательное движение



Лодка для рыбаков и охотников с плавниковым движителем мощностью 0.5 кВт

гребного винта плавнику. Тогда мы сохраним энергию вращательных масс и поднимем КПД как минимум на 15–20%. Возможно ли это? Вполне.

Но опять не все ладно. Ведь лопасть гребного винта не чувствует натекающей нагрузки в отличие от плавника рыбы. Как придать чувствительность лопасти гребного винта? Решение нашлось и здесь в виде упругого элемента, действующего в диапазоне 3–5° и введенного в кинематическое звено. Благодаря этому решился вопрос автоматической корректировки угла атаки (натекания) на профиль плавника и оптимального использования приводной нагрузки. Казалось бы, наконец, все решено. Да нет, опять не все.

Кто наблюдал полет стрекозы, тот обращал внимание не только на легкость ее парения, но и на способность зависать над одной точкой, подобно вертолету. Впрочем, кто здесь чему подобен, тоже неясно. Такой высший пилотаж доступен только четырехкрылым насекомым. Тогда причем здесь

плавник? А при том, что крыло, как говорят, оно и в Африке крыло: что в водной, что в воздушной среде. Если бы удалось разгадать и эту тайну природы, то представляете, какой дополнительной эффективностью мог бы обладать плавниковый движитель?

Сегодня можно сказать, что и эта загадка природы разгадана. С помощью роторного движения крыла мы получаем простой и четкий механизм необходимого нам взаимодействия. Все знают гребные винты со встречным движением лопастей и что их КПД не переплюнешь. Только винты со встречным движением являются частным случаем сложного движения крыльев четырехкрылых насекомых. Помня об этом, можно было подумать и о летательном аппарате на основе машущего крыла. Видите, в какие дебри мы уже лезем. Но ближе к делу. Что же дает нам плавниковый движитель?

1. Высокоэффективное движение на скоростях резервного режима с КПД вплоть до 80% и выше.

2. Исключительную малозумность надводного и подводного движения с максимумом в диапазоне сверхнизких частот, недоступных для обнаружения современными гидроакустическими станциями с других плавсредств.

3. Исключительную маневренность судна, оборудованного плавниковыми средствами – вектор тяги может меняться на 360°.

4. Возможность резервного управления судном в случае отказа основного рулевого устройства.

5. Возможность передвижения в мелководных акваториях с обильной водорослью.

На эксперименты с целью достижения этих преимуществ нужны средства, но у наших головных научно-исследовательских институтов их нет. Опять ждем, авось появится что-нибудь за рубежом, а тогда уж и мы подключимся...

Читатель может задать законный вопрос: а создана ли хотя бы конструкция плавникового движителя? Если бы проект не был создан, то, поверьте, эта статья никогда и не родилась бы (здесь мы, к сожалению, не приводим полного описания конкретной конструкции, так как в настоящее время она находится в состоянии патентования). А вот действующей и испытанной модели до сих пор нет. Тогда закономерен и другой вопрос: какова вероятность получения эффективного результата в случае ее реализации? Не скажу, что на 100%, но очень велика. Теоретические разработки в этом направлении выполняет знаменитый Центральный аэрогидродинамический институт (ЦАГИ, Московский комплекс), имеющий более чем сорокалетний опыт создания плавниковых средств движения и стройную теорию научного расчета. Именно ЦАГИ уже более четверти века назад создал экспериментальный катер водоизмещением около 5 т, плавники которого, расположенные горизонтально, поднимали его на полметра над поверхностью воды и обеспечивали ему скорость 20 км/ч. Правда, тогда результаты последних исследований известны не были. И ЦАГИ шаг за шагом продолжает двигаться вперед, преодолевая ступени неизвестного. Безусловно, труден этот путь, но плавник, мы уверены, – движитель будущего, и он свою дорогу найдет.

Подъемный резервный плавниковый движитель мощностью 200 кВт для крупнотоннажного судна с изменяемым на 360° вектором тяги

