



Перспективен ли электропривод?

Перевод Глеба Таптыгова

Дэг Пайк ♦ 30 лет назад мне довелось пройтись на одной из первых «электролодок» по стаффордширскому каналу. Тогда это мне показалось последним словом техники, и я предположил, что в будущем подобные суда станут очень популярны.

В наши дни этого пока не случилось, однако вполне вероятно, что новейшие технологии скоро поспособствуют воплощению идеи прогулочного электросудна в жизнь. Конечно, понятие «практичность» зависит от личных требований конкретного пользователя. Самые современные электрические силовые установки плавно и бесшумно проработают как минимум два-три часа до того,



Подвесной электромотор норвежской «Золотой Рыбки» (Goldfish) мощностью в 140 л.с. Справа – встроенный в ступицу винта электропривод. Без отверстия по центру сопротивление движению было бы слишком велико

как понадобится дозарядка, и этого может быть достаточно при кратковременной эксплуатации. Прогресс в конструкции аккумуляторов сделал их перезарядку возможной даже на борту компактного судна.

Вдобавок, появились пропульсивные системы, использующие электропривод только тогда, когда требуется бесшумность хода либо запрещено загрязнять окружающую среду выхлопом. Эти гибридные установки сочетают электромотор и дизельный двигатель, переключение между которыми происходит нажатием кнопки. Они схожи с автомобильными системами гибридного привода, за одним важным исключением: аккумуляторы автомобилей-гибридов дозаряжаются за счет энергии, выработанной генератором во время торможения и движения под гору, что немислимо в море или озере.

Выходит, суда-гибриды не только не экономичнее обычных – выхлопных газов они выбрасывают столько же. Фактически, такие системы привода требуют больше топлива, чем обычные двигатели внутреннего сгорания, т.к. даже при использовании электропривода дизельная часть установки все равно является основным устройством заряда аккумуляторов. Подзарядка от берегового источника теоретически экономит дизельное топливо, но продолжительность такого заряда очень невелика, после чего опять придется пустить в ход двигатель. Использование энергии солнца широкого применения пока не имеет, хотя пара экспериментальных судов уже ходит исключительно на солнечных батареях.

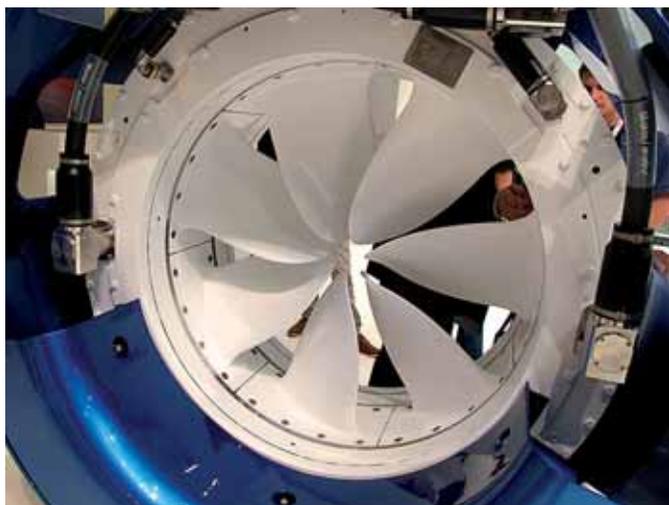
Третий способ применения электричества в море – использование генератора для получения энергии, напрямую сообщаемой главным электромоторам. Этот вариант наиболее эффективен и рационален для поддержания постоянной крейсерской скорости в дальних походах. В этом случае для сочетания двух систем привода возможна установка аккумуляторов.

У каждого из трех описанных методов электропривода есть преимущества и недостатки. Чисто электрическая си-

стема, использующая аккумуляторы в качестве источника питания и заряжаемая с берега – наиболее проста. Современные аккумуляторы, например литий-ионные, обладают зарядом, достаточным для плавания длительностью два-три часа. Это довольно старая технология, уже много лет используемая рыбаками в виде вспомогательных подвесных моторов. Современные глиссирующие катера, оборудованные такими системами привода, могут поддерживать максимальную скорость в течение примерно 20 минут, и еще остается запас, достаточный для последующего возвращения малым ходом.

В данном случае важен выбор мотора, стационарного или подвесного. Спортивный катер Bolt 18, выпускающийся компанией Fairlie Yachts, развивает скорость до 25 уз и приводится в движение 100-сильным электромотором, питающимся от литий-ионного аккумуляторного блока. Американская Regen Nautic, разработавшая систему привода для этого судна, также может предложить подвесной электромотор мощностью в 200 л.с. Норвежские РИБы Goldfish под 140-сильным подвесным электромотором летают со скоростью в 40 уз. Важнейшей задачей при проектировании таких судов является соразмерность веса аккумуляторов скоростному потенциалу, т.к. излишне тяжелое судно особо и не разгонится. Автоматизация управления работой системы привода намного улучшает КПД двигателя. Такая система подаст сигнал о низком уровне заряда аккумулятора так же, как датчик топлива показал бы отсутствие солярки в баке обыкновенного катера. Электромотор может располагаться на корме судна как выше, так и ниже ватерлинии. Он может находиться в ступице винта или быть частью привода, где статор встроен в наружную поверхность туннеля винта. В этом случае винт «вывернутого наизнанку» мотора вообще не имеет ступицы.

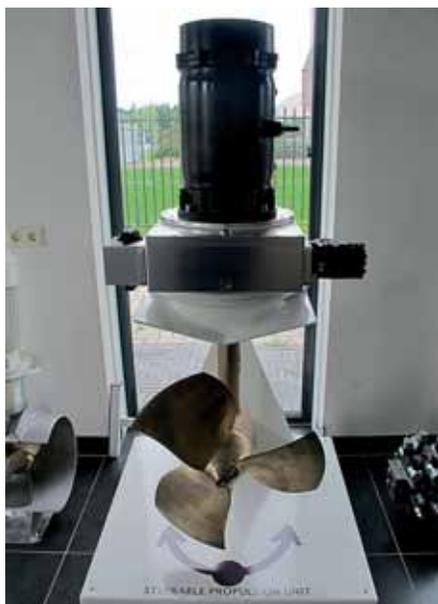
Гибридные системы тоже используют компьютерные технологии для регулировки потребления электрического заряда. В этих «комбинированных» системах электромоторы исполняют роль генераторов при работе дизельного



Электропривод со статором, расположенным в туннеле. Привычной ступицы у «вывернутого» винта нет



Гибридный привод с электромотором-генератором на валу между дизелем и редуктором



Электропривод Hydrosta (Дания) совмещает тяговые и рулевые функции



Голландский электропривод Mastervolt можно установить на судно самостоятельно

мотора. Поэтому, несмотря на то, что «гибрид» звучит экологически чище, на самом деле они выделяют больше выхлопных газов по сравнению с традиционными дизельными установками. Немаловажно и то, что гибридные установки дороже традиционных систем привода. При установке гибридной системы стоимость судна возрастает на 10%; кроме того, увеличивается и водоизмещение судна из-за добавочного веса аккумуляторов. Единственное преимущество гибридной системы – возможность бесшумной и безвыхлопной эксплуатации...

Слабые продажи гибридных судов у разных производителей объясняются, скорее всего, высокой стоимостью. Некоторые производители, например Steyr и Nanni, предлагают иное решение гибридной компоновки: электромотор/генератор устанавливается между двигателем и редуктором. Такая схема достаточно проста и удлиняет систему привода всего на 20 см. Переключение с дизельного мотора на электрический производится кнопкой.

Компания Greenline подошла к вопросу о компоновке гибридной системы привода с другой стороны. Она комплектует судно 165-сильным дизельным двигателем Volkswagen с электромотором-генератором, установленным на карданный вал. Такая чисто гибридная компоновка хорошо сочетается с конструкцией корпуса. Яхта развивает скорость в 15 уз на дизельном ходу и расходует всего 4 л/ч при скорости в 7 уз, что уже сравнимо с характеристиками традиционных яхт. В электрическом режиме судно приводится в движение электромотором мощностью 7 кВт. Уникальная черта Greenline в том, что на крыше рубки установлены солнечные батареи. Вырабатываемых ими 1.3 кВт электроэнергии достаточно для поддержания скорости в 3.5 уз. Чисто электрическое движение удобно в гаванях и на внутренних водных путях, и это может стать залогом существования данных широкопрофильных систем привода.

Пожалуй, самое эффективное решение – это система

электропривода, где генератор подает напряжение прямо на электромотор, соединенный непосредственно с винтом, таким образом приводя судно в движение только за счет работы генератора. Такая система не бесшумна, но зато оказывается эффективнее альтернативных компоновок. Французская компания Rhea Marine производит 8-метровый катер, способный развивать скорость в 24 уз в дизель-электрическом режиме. Два 100-сильных электромотора достаточно компактны, а генератор можно расположить даже на палубе.

Применение дизель-генератора выгоднее прямого дизельного привода, так как рабочий режим генератора можно оптимизировать. Вдобавок генератор может питать все электроприборы и бортовые системы. Само собой, желательно иметь и запасной генератор на случай поломки основного.

Компания Lagoon одной из первых установила электропривод на парусные катамараны. На этих судах электромоторы соединены напрямую с винтами в обоих корпусах. Электроэнергия вырабатывается за счет дизель-генератора, установленного в звуконепроницаемом контейнере в кокпите, а система передачи энергии от генератора к моторам управляется компьютером. Данная компоновка стоит примерно как два дизельных мотора при значительной экономии места и возможности расположения генератора практически где угодно.

В настоящий момент эволюция технологий электропривода, особенно в автомобильной индустрии, идет очень быстро. Литий-ионные аккумуляторы, схожие с батарейками для наручных часов, когда-то были предметами роскоши. Сегодня они намного доступнее, но все же стандартные свинцово-кислотные аккумуляторы дешевле. Другим фактором относительно высокой стоимости аккумуляторов является их недолговечность – придется заменять примерно каждые 6–7 лет.

Наряду с аккумуляторами существуют альтернативные накопители электроэнергии – суперконденсаторы. Эти приспособления используются на болидах «Формулы 1» (система аккумуляции кинетической энергии KERS). Суперконденсаторы намного легче и долговечнее аккумуляторов. На сегодняшний день они нашли применение только на электропаромах. Правда, запас хода на них невелик, всего полчаса. Зато зарядка суперконденсаторов достаточно проста и не требует много времени.

Вопреки мнению, что судовые электросистемы требуют напряжения от 12 до 24 вольт, сегодня на море применяют моторы на 400–500 В переменного тока. Достоинством применения высокого напряжения является высокая эффективность электромоторов, уменьшение потерь при сравнительной компактности установки. 400-вольтный электромотор производства немецкой компании Siemens развивает мощность 200 л.с. при длине 50 см и диаметре 20 см! Он намного компактнее дизельного двигателя равной мощности. Плюс к этому мотору не требуется мощной системы охлаждения. Конечно, как в любой электросистеме, здесь важны качество электропроводки и полная водонепроницаемость.

Некоторые производители, например компания Hydrosta из Дании, разрабатывают комбинированные электродвигательные установки. В такой системе, как и в системах Saildrive, работающий винт поворачивается вокруг вертикальной оси на 360°, сочетая таким образом функции рулевого управления и тяги.

Этот агрегат приводится в действие 100-сильным надпалубным электромотором, соединенным напрямую с винтом вертикальным валом. В итоге привод и управление осуществляются одним агрегатом, что позволяет контролировать направление и скорость с непревзойденной точностью.

Возможно ли сконструировать судно с электрическим приводом своими руками? Частному лицу, конечно же, не по плечу установка высоковольтной системы привода, это требует участия квалифицированных специалистов по электродвигателям и электропроводке. Иначе обстоит дело с системами низкого напряжения. Голландская компания Mastervolt продает несколько моделей систем электропривода для малых судов, установить которые можно в частном порядке.

Дизельные моторы применяются в судостроении уже многие годы. Когда-то я работал на судне с дизель-электрическим приводом, спущенном на воду в 1934 году. На этом судне четыре генератора питали два электромотора. Несмотря на мнение, что системы «чистого» электропривода «зеленее» традиционных моторов, мне кажется, что в будущем появятся системы дизель-электрического привода судов с пониженным выбросом выхлопных газов. Электропривод – развивающаяся отрасль, так что его потенциал в будущем. *Л*

Motul для трансмиссии

Производители мощных подвесных лодочных моторов требуют не только высококачественных смазочных материалов для двигателей, но и представляют высокие стандарты к трансмиссионным маслам. По рекомендации ряда производителей: **EVINRUDE, FORCE, JOHNSON, MERCURY, SEAGULL, SELVA, SUZUKI, TOHATSU, YAMAHA** – в современных редукторах необходимо использовать 100% синтетические масла.



Французская компания **Motul** является специалистом в производстве смазочных материалов со 160-летним стажем инноваций и технологического прогресса. Трансмиссионное масло **MOTUL Translube Power 75W-90** – 100% синтетическое трансмиссионное масло, разработано по технологии сложных эфиров (эстеров), специально для редукторов мощных подвесных лодочных двигателей, работающих при высоких нагрузках, жестких условиях эксплуатации и соответствует стандартам: API GL4 и GL5, MIL-L-2105D.

MOTUL Translube Power обладает высокотемпературным классом вязкости SAE 90, такой высокий показатель обеспечивает превосходную стойкость масляной пленки при высоких нагрузках и температуре. 100% синтетическая база **Motul Translube Power 75W-90**, усиленная сложными эфирами (эстерами) обеспечивает стойкость масляной пленки в самых сложных условиях. Также масло обладает превосходными противозносными характеристиками, улучшенную стабильность при высоких температурах, увеличенный срок службы, стабильные деэмульгирующие свойства, превосходные смазывающие свойства, для снижения трения и износа. **Motul Translube Power 75W-90** применяется для всех видов лодочных трансмиссий.

100% синтетические масло MOTUL Translube Power 75W-90 – лучший выбор для трансмиссии лодочного мотора от профессионалов Motul! Спрашивайте в сервисах Вашего города.

