

ЧПВ своими руками

Недавнюю публикацию, посвященную возможности использования частично-погруженных винтов (ЧПВ) на прогулочных мотолодках с подвесными моторами (см. № 216) мы заключили важным предупреждением о том, что использовать в таком режиме можно лишь специальные винты – как правило, подготовленные на основе серийных – и пообещали подробнее рассказать о том, как это делается.



Выполняя свое обещание, наш постоянный консультант и один из лучших спортивных «винтовиков» страны Александр Беляевский, тем не менее, заранее предупреждает, что изложенное ниже ни коим образом не следует рассматривать как окончательную «инструкцию» или растолкованное «от и до» руководство к действию – скорее, это лишь перечень основополагающих принципов и общих советов, следуя которым, можно с большой долей вероятности добиться успеха.

Причина – вовсе не в желании сохранить от посторонних какие-либо технологические секреты. Гребной винт, работающий на границе двух сред – воды и воздуха – до сих пор во многом остается «вещью в себе» и мало подвластен строгому гидродинамическому расчету. Теория, пытающаяся объяснить сложные физические процессы, которые сопровождают его работу, до сих пор носит лишь самый общий характер. Тем не менее, такие винты давно и успешно используются – прежде всего спортсменами-водномоторниками. Казалось бы, парадокс, но все объясняется просто: место теории и строгого расчета занимают практика, опыт и эксперимент.

Мы не ставим своей задачей теоретически объяснить, почему при изготовлении ЧПВ на основе серийного винта необходимы те или иные действия; попробуем (лишь попробуем!) растолковать, как это делается. Опытный винтовик при этом действует

больше интуитивно, «на глазок», опираясь на опыт и то, что именуют чутьем, но и он порой не избавлен от необходимости внести в свою работу ряд доработок и исправлений по результатам ходовых испытаний; начинающему же мастеру тем более приходится полагаться на экспериментальный метод, действуя методом проб и ошибок.

Поэтому наш первый и главный совет: не пытайтесь получить «готовый» ЧПВ со всеми необходимыми характеристиками с первой попытки – действуйте постепенно, шаг за шагом, и после завершения каждого из этапов работы обязательно оценивайте результат на воде. Но, прежде чем перейти к тому пункту наших рекомендаций, который освещает методику проведения таких тестов, еще раз вкратце напомним основные положения наших предыдущих публикаций, которые позволят вам окончательно определиться, стоит ли вообще связываться с такой сложной (да и дорогостоящей) штукой, как ЧПВ.

За и против

Итак, что касается плюсов ЧПВ, то он только один: увеличение максимальной скорости (хотя и весьма существенное, как минимум на 15–25%), достигаемое за счет как уменьшения сопротивления подводной части мотора и самого винта, так и возможности использовать винт большего шага при тех же оборотах мотора (понятно, что оба фактора тесно взаимосвязаны).

Минусов же с точки зрения обыч-

ного водномоторника, не пытающегося превратить лодку в гоночный болид и стремящегося сохранить ее универсальные качества, гораздо больше:

- затрудненный выход на глиссирование, особенно под нагрузкой;
- некоторое ухудшение разгонной динамики;
- меньший упор на малых и средних скоростях;
- вероятность потери упора в поворотах;
- боковой увод и «паразитные усилия» на штурвале;
- повышенный ходовой крен;
- вялая реакция на регулировку дифферента триммером.

Мы уже говорили, что ряд этих побочных эффектов успешно «лечится», но не исключен и худший вариант, при котором все наши усилия, направленные на увеличение скорости любой ценой, становятся бессмысленными. Дело в том, что обводы любого корпуса имеют свой скоростной предел, после превышения которого лодка становится плохо управляемой и небезопасной (яркий пример – так называемые «переставки»: бортовая раскачка, сопровождающаяся зарыскиваниями и дельфинированием). У одних корпусов «скоростной запас» достаточно высок, другие же начинают «взбрыкивать» уже на скоростях порядка 60 км/ч... В общем, этот момент тоже не стоит сбрасывать со счетов, даже если вы готовы мириться со всеми перечисленными минусами.

Как проводить испытания

Главные показатели, на основе которых оценивается эффективность любого гребного винта – что ЧПВ, что обычного полностью погруженного – это скорость и частота вращения мотора (сакраментальные «обороты»). Поэтому лодка обязательно должна быть оборудована тахометром и каким-либо измерителем скорости. В качестве последнего все чаще используется приемник GPS, обеспечивающий действительно точные показания, однако в нашем случае, как это ни странно, вполне подойдет и разруганный многими спидометр, работающий от приемника водяного давления.

Действительно, если говорить об абсолютных значениях, прибор этот нередко безбожно врет, но в ходе экс-

Хотя при доработке винта приходится большей частью полагаться на интуицию и эксперимент, без знания самых основных понятий не обойтись. Поэтому припомним кое-какие важные моменты из наших ранних публикаций.

Шаг винта (рис. 1) можно условно представить как расстояние, которое он пройдет за один оборот в неподвижном и жестком канале с внутренней резьбой – словно болт, ввинчиваемый в гайку. Понятно, что это сравнение весьма условно. Вода – не металл, и гребной винт в воде проскальзывает, причем значительно больше всего на водоизмещающих и переходных режимах, однако для того, чтобы прикинуть скорость, «теоретически» достижимую с винтом того или иного шага, вполне можно воспользоваться весьма простой и доступной даже ученику начальной школы формулой $Vt = 0.001524nhk$.

Кое-кого может смутить длинный поправочный коэффициент, которой придется ввести в калькулятор перед обычной операцией умножения, но дело объясняется лишь нашей попыткой примирить между собой метрическую и «заокеанскую» систему мер, согласно которой шаг винтов даже европейского и японского производства измеряется в дюймах.

Итак: Vt – это «максимально теоретически достижимая» скорость в километрах в час, n – рабочая частота вращения коленвала мотора в оборотах в минуту (обычно в пределах 5800–6000 об/мин), h – шаг винта в дюймах и k – передаточное отношение понижающего редуктора подвесного мотора, легко находимое в его инструкции и обычно отображаемое в виде дроби, например, 12:37. Мы уже приводили пример с двухтактным «Mercury 50» и 15-дюймовым винтом – при 5500 об/мин и отношении редуктора 1:1.83 превысить «идеальный» результат в 68.7 км/ч не выйдет никакими стараниями. И если ваш со-

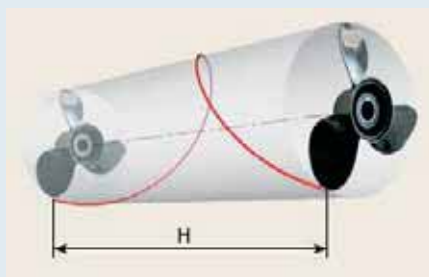


Рис. 1



Рис. 3

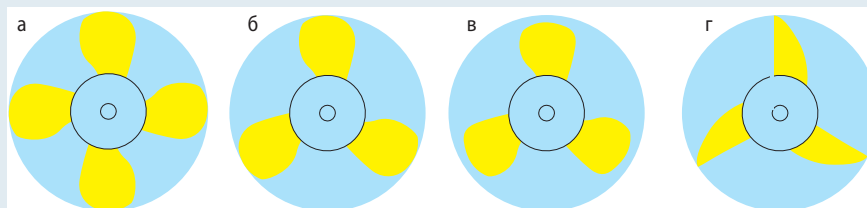


Рис. 2

сед по стоянке, лодка которого «вооружена» подобным комплектом, хвастает, что «намедни разогнался за девяносто», то он, мягко говоря, либо выдает желаемое за действительное, либо намеренно привирает. Законы физики еще никто не отменял.

Дискковое отношение, т.е. отношение общей площади лопастей к площади круга, образуемого при их вращении (рис. 2) – не менее важный показатель гребного винта, объединяющий в себе сразу несколько его взаимосвязанных характеристик.

Ошибочно полагать, что «тяжелым» или «легким» (т.е. попросту говоря, заставляющим мотор «недокручивать» или «перекручивать») делает винт один лишь его шаг. Чем больше площадь лопастей, тем большая нагрузка приходится на движок. Уменьшить ее – хотя бы ради того, чтобы использовать больший шаг, дарующий скорость – можно разными способами, например:

- выбрать винт с меньшим числом лопастей (2, б);
- подрезать винт по диаметру (2, в);

– подрезать лопасти так, чтобы они превратились в узкие «ножи» (2, г).

На словах все просто, но не пытайтесь сразу же испробовать один из перечисленных способов, вооружившись либо кошельком, либо напильником с «болгаркой». Гребной винт – дело тонкое, и не зря выпускают винты как с большим, так и с малым дискковым отношением. Упрощая все до предела, скажем, что большое дискковое отношение улучшает динамику разгона и упор при малых и средних оборотах мотора (позволяя, к примеру, без проблем «выдернуть» из воды тяжелого и не отличающегося особым опытом воднолыжника), но особых скоростных достоинств от своей лодки при этом не ждите.

Такой показатель, как «отброс» – так на профессиональном жаргоне именуется угол установки лопастей относительно оси гребного вала и, соответственно, ступицы винта (рис. 3) – многими остается незамеченным. А зря. За счет его правильного подбора можно добиться очень многого, хотя при этом потребуются осторожность, а также молоток и газовая горелка.

периментов по доработке гребного винта нас больше интересуют изменения скорости в ту или иную сторону, засечь которые с его помощью можно без труда.

Кстати, в спортивном мире до сих пор чаще всего используется манометр большого диаметра (чем длиннее шкала и, соответственно, меньше цена деления – тем точнее показания), который подсоединен гибкой трубкой к

все тому же водозаборнику с входным отверстием диаметром 1 мм, погруженному в воду за кормой на глубину не менее 50 мм, и при определении эффективности настроек гонщики выражают скорость в атмосферах, а не в километрах в час (см. прилагаемую таблицу).

Кроме того, манометр или спидометр показывают скорость относительно воды, что позволяет проводить

испытания на реках с быстрым течением. При использовании навигатора GPS, показывающего ее относительно «грунта», необходимы замеры в двух противоположных направлениях с последующим вычислением среднего арифметического значения, причем желательно по одному и тому же участку акватории – скорость течения у берега и на стремнине может значительно отличаться. (Кстати, именно

Таблица перевода показаний манометра, подключенного к водозаборнику с диаметром входного отверстия 1 мм: P – давление, атм (кг/см²), V – скорость, км/ч

P	V	P	V	P	V	P	V
0.1	15.9	1.1	52.9	2.1	73.1	3.1	88.7
0.2	22.6	1.2	55.2	2.2	74.7	3.2	90.1
0.3	27.6	1.3	57.4	2.3	76.5	3.3	91.6
0.4	31.8	1.4	59.7	2.4	78.1	3.4	93.0
0.5	35.6	1.5	61.7	2.5	79.7	3.5	94.3
0.6	39.1	1.6	63.7	2.6	81.3	3.6	95.7
0.7	42.2	1.7	65.7	2.7	82.8	3.7	97.0
0.8	45.0	1.8	67.6	2.8	84.3	3.8	98.3
0.9	47.8	1.9	69.5	2.9	85.8	3.9	99.5
1.0	50.4	2.0	71.3	3.0	87.3	4.0	100.7

такой метод используют и испытатели «КиЯ» – с тех самых давних пор, когда в распоряжении редакционной тест-группы оказался один из первых GPS-навигаторов размером с кирпич).

Кому-то такая аптекарская точность может показаться излишней, но в нашем случае она действительно необходима – некоторые доработки винта, особенно осуществляемые постепенно, могут вызывать изменение скоростного показателя относительно первоначального всего лишь на 2–3 км/ч, а то и меньше. Если должная точность замеров не будет обеспечена, трудно отследить и тенденцию роста скорости, связанную с нашими усилиями – есть риск проделать лишнюю работу, а то и вовсе «уйти в минус».

Не стоит забывать и про такую важную вещь, как ходовой дифферент. Как правило, максимальная скорость на глиссирующей лодке достигается за счет кормового дифферента – так обеспечивается наименьшая площадь смачиваемой поверхности и, соответственно, сопротивление корпуса. Наиболее оптимальный угол атаки при глиссировании подбирается с помощью кнопок триммера, расположенных на рукоятке газа-реверса (на маленькой лодке примерно такого же эффекта можно добиться и попросту пересадив одного из пассажиров из носа в корму). Такая регулировка весьма существенно влияет на скорость, так что замеры проводите при одном и том же ходовом дифференте. Если в случае использования триммера есть соответствующий индикатор на приборной панели, задача упрощается.

Как выбрать «основу»

Наиболее распространенная практика – это не изготовление ЧПВ «с нуля», а существенная доработка серийного винта, рассчитанного на погруженный режим. (Многие спрашивают, выпускаются ли винты, изначально рассчитанные на использование в качестве ЧПВ. В принципе, в такой роли можно попробовать серии «Ballistic» от «Michigan Wheel», а также «Scorpion» или «Titan 3» от «Solas», но, по большому счету, варианты это скорее компромиссные – что называется, «и нашим, и вашим». Чтобы получить действительно полноценный ЧПВ, даже эти винты стоит подвергнуть серьезным доработкам).

Какими принципами стоит руководствоваться, выбирая «мирный» винт-основу, которому благодаря нашим усилиям предстоит стать «боевым» и работать на границе воды и воздуха? Для начала опять попросту перечислим основные положения «телеграфным стилем».

Итак, такой винт должен удовлетворять следующим требованиям:

- материал – сталь;
- больший шаг, чем у используемого ранее погруженного;
- количество лопастей – три и более.

А теперь – подробнее по всем трем пунктам.

1. Материал. В публикации «Стальной или алюминиевый?» (см. № 214) мы уже упоминали об изначальной приспособленности стальных винтов к работе в полупогруженном режиме – прежде всего по причине меньшего сопротивления лопастей, достигаемого

за счет их меньшего сечения по сравнению с алюминиевыми аналогами.

Да и запас прочности у них выше – любые разумные доработки, осуществляемые при помощи напильника или абразивного круга, влияют на общую прочность не столь существенно. Впрочем, благодаря технологическим особенностям производства стальных винтов, позволяющим с высокой точностью реализовать в серии последние достижения гидродинамики, они порой не требуют при превращении в ЧПВ сложных доработок, существенно ослабляющих конструкцию. Минус лишь один – механическая обработка нержавеющей стали, особенно в домашних условиях, представляет собой куда более серьезную проблему, чем обработка алюминия.

2. Шаг. Здесь понадобится более пространственный комментарий.

Начнем с того, что основой для дальнейших примерных расчетов будет для нас обычный погруженный винт, которым мы пользовались до того, как решили «разогнать» лодку при помощи подъема мотора по вертикали и ЧПВ. Насколько он оптимален, можно определить лишь на ходу, и основными будут для нас показания тахометра. Предположим, что обороты мотора «на полной гашетке» укладываются в предусмотренный его инструкцией рабочий диапазон (как правило, 5800–6000 об/мин) – значит, все в порядке. В результате останавливаемся на том, что оптимальный шаг, скажем – 19 дюймов.

Таким образом, есть все основания предположить, что после существенного подъема мотора из воды, в ЧП-режиме, винт нам понадобится шагом побольше – например, 21-дюймовый. Однако не спешите сразу покупать его и браться за напильник – лучше одолжите такой винт у друзей и снова пройдитесь с ним по воде с нормально погруженным в воду мотором. Обороты, обеспечиваемые винтом-основой, должны быть меньше оптимальных на 600–800 об/мин, поэтому не исключено, что придется попробовать еще раз: требуемый диапазон падения оборотов сможет обеспечить винт еще большего шага – например, 23-дюймовый.

Формальная ремарка: в ходе всех этих экспериментов не забывайте, что

«тяжелым» или «легким» (т.е. вызывающим падение или рост оборотов) винт делает не только шаг, но и целая совокупность других взаимосвязанных факторов – диаметр, дисковое отношение, количество лопастей, а также наличие или отсутствие интерцепторов на выходных кромках лопастей; кроме того, стальной винт всегда «легче» аналогичного по всем параметрам алюминиевого. Подробности – в наших предыдущих публикациях на эту тему. Впрочем, применительно к большинству моделей серийных трехлопастных винтов основой для предварительных расчетов вполне может служить только шаг.

Более серьезным фактором, способным повлиять на результаты предварительных расчетов, может оказаться нагрузка, которая во время испытательных заездов должна быть одинаковой. А если уж замеры производятся с «прицелом» на ЧПВ, рассчитывайте на полезную нагрузку, близкую к минимальной – скажем, не более 2–3 чел. плюс около 50–80 кг багажа (либо скорость, либо толпа гостей на борту, не так ли?). А вот бензобак, особенно большой, при этом желательнее заправлять до отказа или же компенсировать вес недостающего топлива при помощи балласта.

3. Количество лопастей. Опытные винтовики шутят: «Знаете, сколько лопастей должно быть у идеального винта? Всего одна!»

Это, конечно, не более чем шутка. Надеемся, что, прочитав эти слова, никто из профессионалов не затрясется от ужаса, «словно вентилятор с обломанной лопастью». Но в каждой шутке – лишь доля шутки.

С точки зрения специалиста по винтам, у такого варианта действительно есть как минимум два преимущества: во-первых, с точки зрения гидродинамики одна лопасть создает минимальное сопротивление по сравнению с двумя (тремя, четырьмя и т.д.), а, во-вторых, вдумчиво и аккуратно обработать одну лопасть куда проще, чем сразу несколько – стараясь при этом сделать их абсолютно одинаковыми.

Звучит забавно, но в чем-то недалеко от истины, поскольку и балансировка, и сопротивление, «затяжеляющее» винт, и необходимость соблюсти полную идентичность лопастей даже

после очень сложных доработок – вещи очень важные.

В давнюю пору у спортсменов были очень популярны двухлопастные винты – во многом по причине наименьшего сопротивления. Но, по мере проникновения на спортивные арены ЧПВ, стало ясно, что в частично-погруженном режиме от них больше проблем, чем

Кол-во лопастей	Ударные перегрузки	Простота доработки	Масштабы доработки	Цена
3	+	+	+	+
4	+/-	+/-	+/-	+/-
5	++	-	-	-

проку. Вдаваться в теорию не будем – скажем лишь, что отказались от них из-за их излишне «грубой» работы на границе «вода–воздух». Ударные перегрузки, вызывающие вибрацию, оказывались чересчур велики – дело доходило до поломки гребных валов и прочих подобных происшествий.

Казалось бы, нужно, чтобы в воде при вращении винта оказывалась не всего лишь одна лопасть (как в упомянутом уже анекдоте про однолопастный винт!), а как минимум две. Постепенно, опять-таки экспериментальным путем, водно-моторные практики пришли к простому, казалось бы, выводу: чем больше у ЧПВ лопастей, тем лучше. Приходилось слышать даже о восьми- и даже девятилопастных винтах такого типа! При этом была выявлена закономерность, которую ученые умы до сих пор внятно не разъяснили: ЧПВ с нечетным количеством лопастей испытывают меньшие ударные перегрузки, чем с четным...

Опять обойдемся без теории и воспользуемся всемирным водно-моторным опытом (в который, кстати, отечественные специалисты внесли весьма ощутимую долю) как данное. Итак, на каком числе лопастей лучше остановиться начинающему винтовнику – любителю скорости?

Если исходить из сопротивляемости готового ЧПВ ударным перегрузкам, то лопастей должно быть как можно больше, и при этом число их должно быть нечетным. Однако вспомним, какие стальные винты, пригодные в качестве основы для дальнейшего творчества, нам при этом доступны? Какие, проще говоря, можно купить в обыч-

ном магазине или через Интернет, припомнив заодно и цены?

Чтобы немного сэкономить журнальную площадь, попробуем (припомнив заодно пусть и шутивное, но и практичное предисловие данного раздела) свести результаты в простенькую табличку. Для простоты дела знаку «плюс» припишем значение

«неплохо», а «минус» – «не очень-то хорошо»:

Поскольку данная публикация носит лишь рекомендательный характер, выводы делайте сами, хотя вывод напрашивается сам собой. Оценки в таблице, наверное, вполне понятны – единственно, некоторые комментарии наверняка необходимы к разделу «масштабы доработки», в чем-то связанном с соседним «простота доработки».

Еще раз вспомним термин «дисковое отношение», «завязанный» в том числе и на число лопастей винта. Превращая серийный винт в ЧПВ, нам придется значительно уменьшать площадь лопастей даже у популярного трехлопастника. Какая же часть металла уйдет у нас в стружку, опилки и прочие бесполезные отходы при обработке куда более дорогого и «редкого» пятилопастного винта?

Все сказанное на сей момент – лишь информация к размышлению. Пока набросаем образ нашего будущего ЧПВ только в общих чертах: это будет винт с узкими лопастями-«ножами» значительного относительного удлинения, «ложкообразным» профилем и сглаженными интерцепторами на выходных кромках; шаг его будет, скорее всего, переменным (у ступицы – «родной», на концах лопастей – побольше), а в процессе подгонки и ходовых испытаний попробуем «поиграть» и так называемым «отбросом» – углом установки лопастей относительно оси гребного вала. О том, как это осуществить на практике, читайте в следующем номере.

А. Л.