

ОБЗОР ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ГРЕБНОГО ВИНТА

Богданов Владислав Дмитриевич

магистрант, Санкт-Петербургский Государственный Университет Аэрокосмического приборостроения, РФ, г. Санкт-Петербург

Комендантов Андрей Юрьевич

магистрант, Санкт-Петербургский Государственный Университет Аэрокосмического приборостроения, РФ, г. Санкт-Петербург

Бурдин Роман Александрович

магистрант, Санкт-Петербургский Государственный Университет Аэрокосмического приборостроения, РФ, г. Санкт-Петербург

Давудян Артур Унанович

магистрант, Санкт-Петербургский Государственный Университет Аэрокосмического приборостроения, РФ, г. Санкт-Петербург

Юрченко Владислав Олегович

магистрант, Санкт-Петербургский Государственный Университет Аэрокосмического приборостроения, РФ, г. Санкт-Петербург

Наилучшие во всех смыслах характеристики можно получить тогда, когда работа двигателя при полностью открытой заслонке обеспечивается на верхней границе (но в пределах) диапазона рабочих оборотов при полностью открытой заслонке, который определен заводом-изготовителем для данного конкретного двигателя. Неправильно выбранный гребной винт не только снижает рабочие характеристики установки в целом, но и фактически приводит к преждевременному износу и повреждению двигателя. Двигатель, не развивающий положенных оборотов при полностью открытой заслонке, находится в состоянии перегрузки (т.е. работает на низких оборотах при полностью открытой дроссельной заслонке). Такая работа в режиме перегрузки по крутящему моменту винта приводит к огромной нагрузке на поршни, коленвал и подшипники. Двигатель греется сверх нормы и может перегреться от слишком раннего зажигания из-за пониженного количества поступающего в него топлива. Механические нагрузки на подвесной двигатель с гребным винтом неверного типоразмера похожи на желание водителя автомобиля взять высокую гору сразу со старта на третьей передаче. Эти огромные нагрузки могут привести к детонации, прихвату поршней и,

в ИТОГЕ, К ПОЛОМКЕ ДВИГАТЕЛЯ.

С другой стороны, двигатель, запускающийся на оборотах сверх тех, которые для него установлены, больше подвергается ненормальному износу и поломкам за счет наступления преждевременной усталости материалов узлов и деталей, которые чаще выходят из строя. Именно по этой причине выбор гребного винта для двигателя становится очень критичным параметром, который необходимо правильно оценить с учетом конструкции лодки, типа двигателя и конечной цели эксплуатации или назначения лодки.

Однако эти таблицы не носят исчерпывающий характер, а рекомендации не претендуют на

абсолютность, так как лодки и рабочие условия их эксплуатации не одинаковы [1].

Параметры гребного винта

- Диаметр

Внешний диаметр винта – это диаметр окружности, описываемой внешними кромками лопастей. Как правило, на небольшие надувные лодки и катера устанавливают винт с большим внешним диаметром, а для скоростных судов – с меньшим; диаметр тем больше, чем меньше обороты двигателя (меньше скорость двигателя и/или больше редуктор). При увеличении поверхности лопастей диаметр будет увеличиваться [2].

Рассчитываем диаметр гребного винта:

Для начала необходимо вычислить число оборотов гребного вала, для этого необходимо разделить максимальное число оборотов коленвала лодочного мотора на передаточное число редуктора:

W - число оборотов коленвала об/мин

L - передаточное число редуктора

$$n = W/L$$

Далее рассчитываем диаметр гребного винта:

$$D = k * \sqrt{\frac{N}{\left(n * \frac{H}{100}\right)^3}} \quad (\text{м})$$

N - Мощность лодочного мотора (л.с);

n - Число оборотов гребного вала лодочного мотора (об/мин);

H - Шаг гребного винта (м);

k - Коэффициент определяется по графику и зависит от скорости и числа оборотов гребного вала (Рисунок 1) [4].

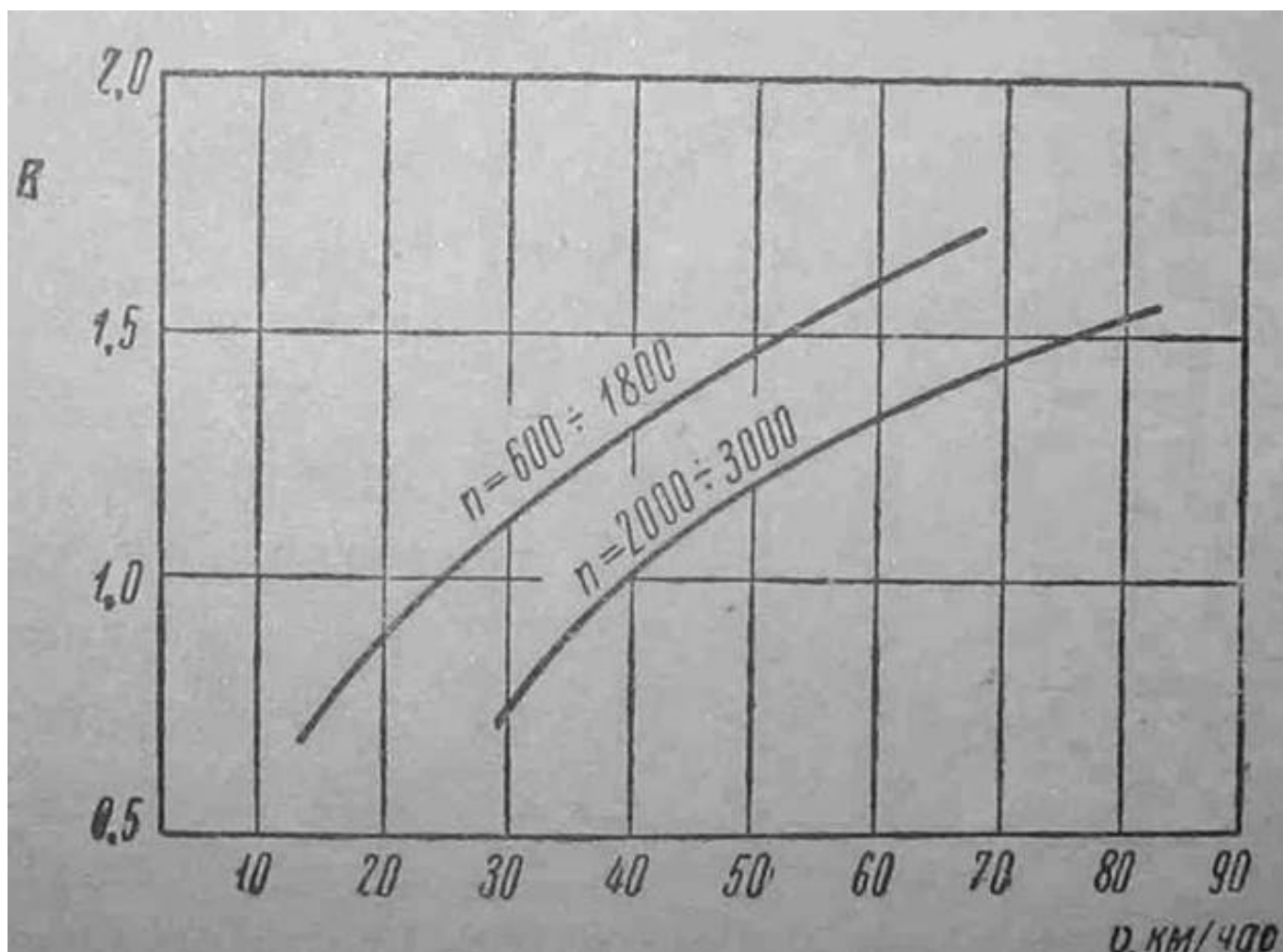


Рисунок 1. График зависимости скорости от числа оборотов гребного вала

• Шаг винта

Шаг винта (Н) – это расстояние, пройденное винтом в осевом направлении за один оборот. Если винт имеет характеристику 13 3/4 x 21, то это значит, что его диаметр 13 3/4 (35 см) и шаг – 21 (53 см). Таким образом, теоритически этот винт проходит расстояние 21" (53 см) за один оборот. Изменение шага вина в некоторой степени эквивалентно изменению передаточного отношения. Если Вы хотите, чтобы двигатель лодочного мотора имел заданное число оборотов, то имейте ввиду, что чем быстрее движется судно, тем больший шаг винта необходим [3].

$H = 20.5 \times V / n$ (м), где

V- максимальная возможная скорость катера (км/час);

n - число оборотов гребного вала (не путать с числом оборотов самого мотора).

• Увод лопасти винта

Увод лопасти винта – это угол между задней кромкой лопасти винта и перпендикуляром к оси ступицы. Как правило, стандартные винты для подвесных и стационарных двигателей имеют увод лопасти равный 15°. Более эффективные гребные винты имеют переменный увод лопасти, достигающий до 3000 у периферии лопастей.

Большой увод лопасти гребного винта обеспечивает лучшую работу в ситуации, когда лопасть винта встречает сопротивление поверхности воды. На более легких и быстрых лодках больший

увод лопасти позволит поддерживать оптимальное положение лодки и катера, и как результат увеличить максимальную скорость и снизить гидравлическое сопротивление. Однако, для некоторых легких и быстрых катеров слишком большой увод лопасти может способствовать их меньшей стабильности на воде, в этом случае лучше выбрать гребной винт с меньшим уводом лопасти[3].

- **Количество лопастей**

Гребной винт с одной лопастью будет наиболее эффективен в том случае, если вибрация не особо Вам досаждают. Если же Вы хотите достичь баланса между эффективностью и вибрацией, Вам следует выбрать двухлопастной винт. Чем больше лопастей, тем меньше эффективность винта, но в то же время плавнее работа. Большинство винтов идут с тремя лопастями для достижения оптимального отношения уровня вибрации, размеров, эффективности и стоимости. Разница в эффективности между двумя- и тремялопастными винтами практически не заметна, а вот разница в уровне вибрации ощутимая. Практически все скоростные винты трех- или четырехлопастные [3].

Сравнение гребных винтов трех-, четырех- или пятилопастных

3-лопастные гребные винты:

- Наиболее широко распространены;
- Хорошие выходные характеристики;
- Наивысшая максимальная скорость;
- Слаженная работа в целом.

4-лопастные гребные винты

- Более стремительный выход на глиссирование;
- Плавный ход лодки на низких скоростях;
- Лучшая средняя скорость при одинаковых оборотах по сравнению с 3-лопастным винтом;
- Лучшая управляемость на низких скоростях;
- Более плавный ход по сравнению с 3-лопастным винтом.

5-лопастные гребные винты

- Максимальное ускорение;
- Наиболее плавный ход катера;
- Самый быстрый выход на глиссирование.

Гребной винт для двигателя (генераторный и двигательный режим)

Для обеспечения эффективной работы двигателя с гребным винтом в двигательном и генераторном режиме, необходимо что бы лопасти турбины были рассчитаны на одинаковую хорошую работу при подачи потока воды как в одну сторону, так и в другую.

Для удовлетворения этого условия гребной винт может быть выполнен двух типов:

1. Гребной винт фиксированного шага (ВФШ) с уточненным шагом для одинаковой работы в обе стороны.

Лопасты ВФШ стационарно закреплены на ступице. Гребные винты фиксированного шага литые, и позиция лопастей, а значит и шаг винта постоянны и не могут быть изменены в процессе эксплуатации винта. Такие винты обычно изготавливают из медных сплавов.

ВФШ прочны и надежны, поскольку не содержат механических деталей и гидравлики, в отличие от винтов регулируемого шага (ВРШ). Стоимость изготовления, монтажа и эксплуатации значительно ниже, чем у ВРШ. Однако маневренность судна с ВФШ ниже, чем у судна с ВРШ. Винты данного типа устанавливают на судах, не требующих высокой

маневренности.

2. Гребной винт регулируемого шага (ВРШ)

У ВРШ возможно менять шаг гребного винта за счет поворота лопасти вокруг вертикальной оси с использованием механических компонентов и гидравлики. Это позволяет избавиться от оборудования, необходимого для реверса. Повышается маневренность судна и эффективность работы двигателя. Недостатком является возможность протечек гидравлики и загрязнения водной среды маслом. Кроме того, такой гребной винт сложен в изготовлении и монтаже на судне, а также требует особого внимания при эксплуатации судна.

Эффективность ВРШ несколько ниже, чем у ВФШ тех же размеров из-за большей ступицы, в которой нужно размещать механизм поворота лопастей и гидравлику. А гребные винты, как правило, более эффективны с увеличением их диаметра.

Для повышения эффективности работы гребные винты снабжают специальными насадками. Такие винты включают помимо самого винта кольцевую насадку, внутри которой размещается гребной винт. Винты с насадками успешно используются при необходимости создания дополнительного упора на малых скоростях хода. Обычно винты этого типа используются на буксирах-якорезаводчиках, на рыболовных траулерах, где за счет насадок обеспечивается от 40 до 50% упора винта при малых и близких к нулю скоростях хода. Иногда насадки делают поворотными. Но все это устройства, повышающие эффективность работы традиционных гребных винтов [7].

Список литературы:

1. <https://docplayer.ru/25986172-Vybor-grebnogo-vinta-grebnye-vinty-obshchaya-chast.html>
2. <https://www.my-kater.ru/articles/grebnye-vinty/raschet-grebnogo-vinta>
3. <https://www.mercury-lakor.com/pages/145>
4. <https://siblodki.ru/o-kompanii/blog/aksessuary/harakteristiki-grebnih-vintov>
5. https://ru.wikipedia.org/wiki/Гребные_винты
6. http://www.mercury4u.ru/service/useful_to_know/10/
7. <https://sudostroenie.info/novosti/24255.html>
8. <https://ouvtk.ru/done/sailing/TipyGrebnihVintov.php>
9. <https://flot.com/publications/books/shelf/chainikov/17.htm?print=Y>
10. <http://www.motolodka.ru/vint.htm>
11. <https://flot.com/publications/books/shelf/chainikov/51.htm>
12. <https://cyberleninka.ru/article/n/inzhenernaya-metodika-opredeleniya-upora-grebnogo-vinta/viewer>