

# **Руководство по установке судовых дизельных двигателей**



ООО «Фордевинд-Регата», 197110, Санкт-Петербург, Левашовский пр. 15А,  
тел.: (812) 655 59 15, [office@fordewind-regatta.ru](mailto:office@fordewind-regatta.ru)  
[www.fordewind-regatta.ru](http://www.fordewind-regatta.ru)

## Содержание

---

|  |    |
|--|----|
| 1. Этапы установки двигателя на судно .....                  | 3  |
| 1.1 Выбор угла установки двигателя и его влияние .....       | 4  |
| 1.2. Фундамент двигателя .....                               | 4  |
| 1.3. Установка вала двигателя — центровка .....              | 6  |
| 1.4. Быстрое определение диаметра вала гребного винта .....  | 7  |
| 1.5. Расстояние между подшипниками вала гребного винта ..... | 8  |
| 1.6. Установка вала .....                                    | 9  |
| 2.1. Подбор гребного винта .....                             | 11 |
| 2.2. Расчет диаметра винта .....                             | 12 |
| 2.3. Данные для расчета гребного винта .....                 | 13 |
| 3.1. Различные системы выхлопов .....                        | 14 |
| 3.2. Противодействие на выхлопе .....                        | 15 |
| 3.3. Установка «мокрой» выхлопной системы .....              | 15 |
| 3.4. Антисифон .....   | 17 |
| 4.1. Баки для горючего и топливопровод .....                 | 18 |
| 4.2. Установка топливных баков .....                         | 19 |
| 4.3. Трубопровод для контура охлаждения .....                | 20 |
| 5.1. Вентиляция отсека двигателя .....                       | 21 |
| 6.1. Дроссельное управление для дизельных двигателей .....   | 22 |
| 7.1 Проверка перед первым запуском .....                     | 23 |
| 7.2. Контроль и одобрение установки .....                    | 23 |

# 1. Этапы установки двигателя на судно

Чтобы системы судовой двигательной установки работали исправно, при проектировании и монтаже желательно тесное взаимодействие между:

- конструктором судна;
- строителем;
- производителем двигателя или его представителем;
- поставщиком гребного винта;
- механиком по установке.

Цель данного руководства помочь этим специалистам в осуществлении работ по монтажу оборудования для установки.

Данное руководство охватывает вопросы, напрямую связанные с правильной работой двигателя.

Когда судно построено, необходимо проверить установку двигателя и провести испытания, результаты которых фиксируются. Ниже перечислены этапы работ по монтажу двигательной установки:

■ Полная ответственность

□ Частичная ответственность

Поставщик двигателя

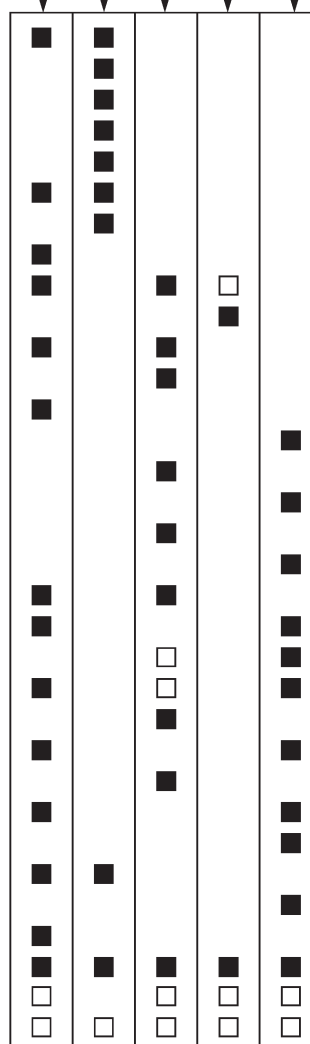
Конструктор судна

Судостроитель

Поставщик гребного винта

Механик, осуществляющий сборку

1. Составление спецификации судна.
2. Составление чертежей и списка оборудования.
3. Выбор материалов (А).
4. Оценка необходимой мощности двигателя и оборотов на валу.
5. Определение приблизительного диаметра гребного винта.
6. Возможность доступа к двигателю и оборудованию (В).
7. Размер бака для горючего (С).
8. Выбор типа двигателя (D).
9. Выбор поставщика двигателя и оборудования.
10. Окончательный расчет гребного винта.
11. Проектирование механической установки (Е)
12. Определение необходимого потребления воздуха и вентиляции.
13. Проектирование системы вентиляции.
14. Контроль поступления воздуха в двигатель.
15. Выбор соединительного фланца и вала.
16. Правильная установка соединительного фланца.
17. Выбор варианта установки двигателя.
18. Установка двигателя и его центровка.
19. Выбор выхлопной системы.
20. Правильная сборка выхлопной системы.
21. Трубопровод системы охлаждения.
22. Топливодпровод.
23. Электропроводка двигателя.
24. Электропроводка судна.
25. Выбор стартерного аккумулятора
26. Выбор аккумулятора для приборов на борту судна.
27. Выбор поперечного сечения кабелей.
28. Расположение рычагов газа и двигателя.
29. Правильная установка этих рычагов.
30. Звукоизоляция двигателя.
31. Ходовые испытания.
32. Возможные изменения в установке.
33. Дальнейшие испытания, окончательное одобрение.



А Выбирайте оборудование для установки в соответствии с материалом корпуса.

В Помните о техническом обслуживании.

С В соответствии с назначением судна.

D Часто это делает заказчик.

Е Иногда это уже предусмотрено в пункте 2.

## 1.1 Выбор угла установки двигателя и его влияние

### 1. Максимальный угол наклона

Максимальный угол наклона, указываемый производителем на двигателе обычно около  $15^\circ$ .

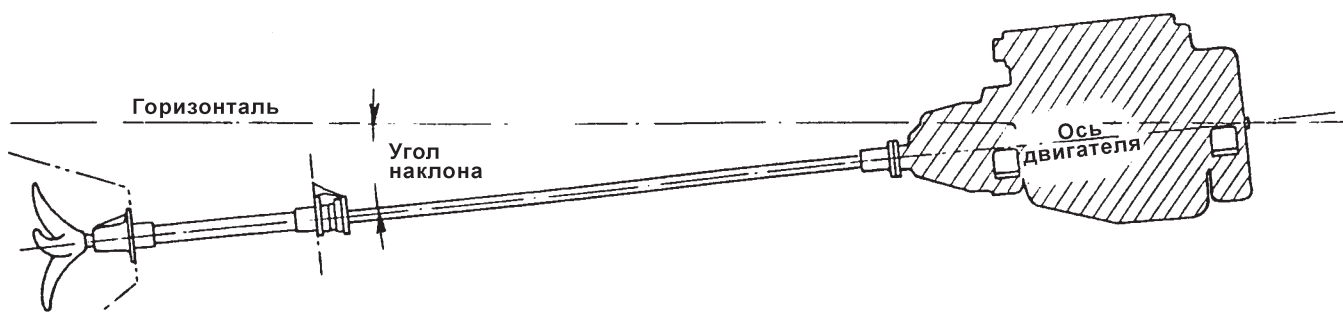
### 2. Влияние слишком большого угла наклона

1. Возможна плохая работа системы смазки.
2. Потеря мощности двигателя, утечка масла или перегрев.
3. Вибрация судна.
4. Уменьшение КПД гребного винта.

### 3. Необходимые предосторожности

А. Тщательно изучите чертеж установки, начиная с диаметра гребного винта.

В. Угол наклона должен быть примерно на  $3^\circ$  меньше максимально допустимого, когда судно неподвижно, чтобы учесть дополнительный наклон, обусловленный движением судна (угол дифферента).



## 1.2. Фундамент двигателя

### Общая инструкция по установке.

Фундамент двигателя должен быть:

- А – Достаточной длины, чтобы нагрузка была распределена равномерно.
- В – Достаточно прочным, чтобы выдержать изгибы и вибрацию.
- С – Надежно закреплен, чтобы воспринимать упор винта.
- Д – Установлен с минимальным углом, чтобы обеспечить максимальное тяговое усилие.

В целом фундамент двигателя должен быть достаточно крепким, чтобы выдержать усилие во время движения судна, из-за вращения вала, дифферента, качки и ударов о корпус и гребной винт, которые может испытывать судно.

### Основные замечания:

1. Выбор материала: обычно дуб или другие твердые породы дерева. Дерево должно быть по возможности здоровым, сухим и прочным.
2. Прочность фундамента повышается при тщательном соединении его составных частей, как между собой, так и с корпусом. Рекомендуемая схема фундамента изображена на рис. 1. Толщина элементов фундамента должна корректироваться в соответствии с типом двигателя и типом конструкции судна, но не должна быть меньше 5 см. Другая возможная схема изображена на рис. 2.
3. Амортизаторы.

При изготовлении фундамента двигателя необходимо, чтобы его высота была на 1 или 2 см ниже, чем теоретическая линия опоры, которую определил поставщик двигателя. Таким образом окончательное выравнивание будет облегчено благодаря использованию регулируемых амортизаторов.

### ВЫВОДЫ:

Качество установки двигателя на борту зависит от конструкции фундамента. Судостроитель должен очень внимательно относиться к его изготовлению.

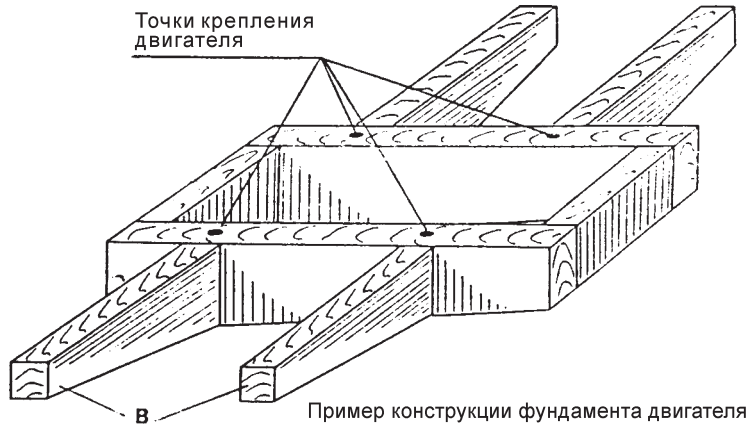
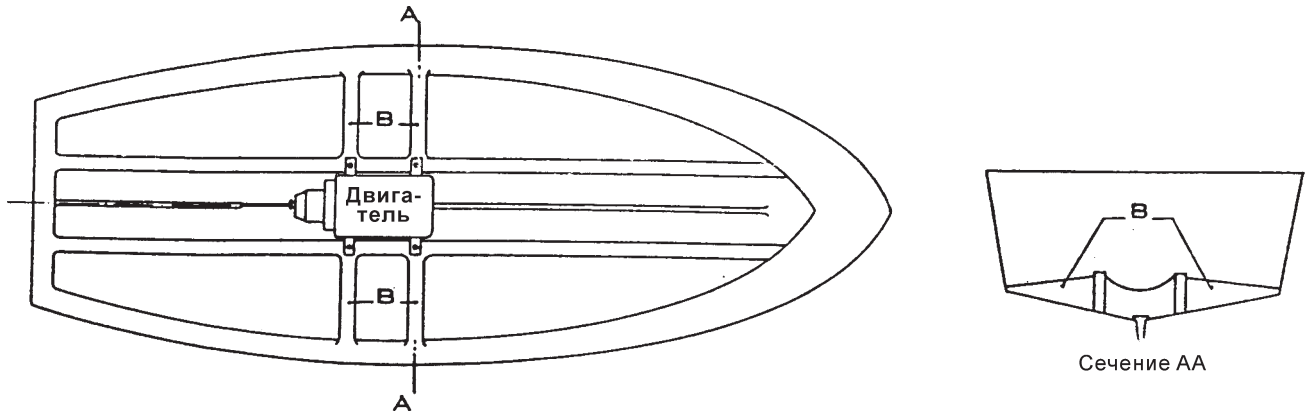
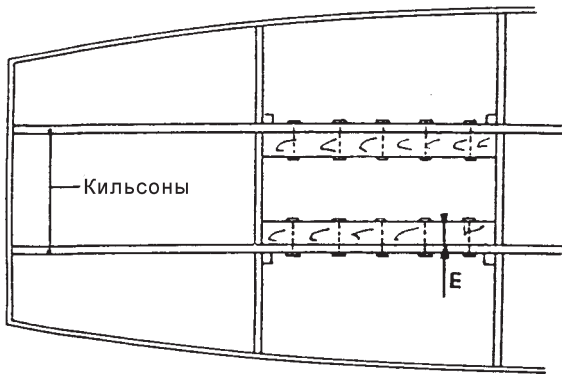


Рис. 1



| Мощность двигателя, л. с. | Толщина E, мм |
|---------------------------|---------------|
| 0 — 60                    | 60 — 70       |
| 60 — 220                  | 70 — 90       |
| 220 — 500                 | 120 — 150     |

Рис. 2

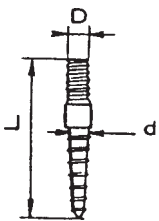
| D  | L                        | d  | Дерево |
|----|--------------------------|----|--------|
|    |                          |    |        |
| 8  | Брус фундамента          | 6  | 6      |
| 10 | (дуб или красное дерево) | 8  | 8      |
| 12 | 148                      | 9  | 9      |
| 12 | 120                      | 9  | 9      |
| 14 | 107                      | 11 | 11     |
| 14 | 157                      | 11 | 11     |
| 18 | 105                      | 13 | 13     |
| 20 | 180                      | 16 | 16     |

X не более 25 см

Кильсон

Рис. 3

Размер отверстий под глухари



# 1.3. Установка вала двигателя — центровка

## Общие сведения

Ниже приведены два типа установки:

ВАЛ С КРОНШТЕЙНОМ (рис. 1).

ВАЛ В ДЕЙДВУДЕ (рис. 2).

С двумя возможными вариантами:

Вар. А. с подшипниками спереди и сзади кормовой втулки: ЖЕСТКИЙ ВАЛ.

Вар. В. Один подшипник сзади и сальник на переднем конце дейдвуда.

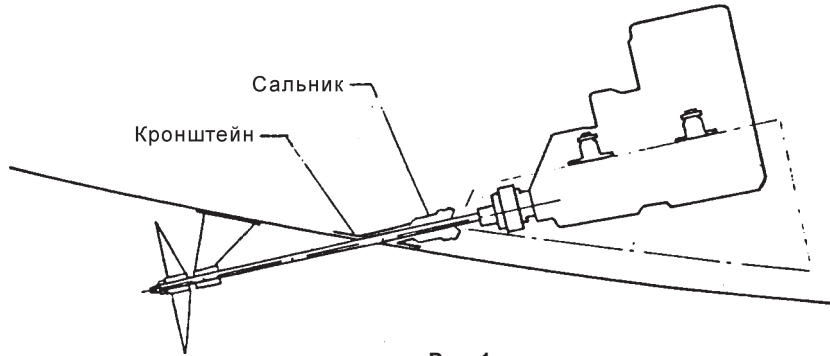


Рис. 1

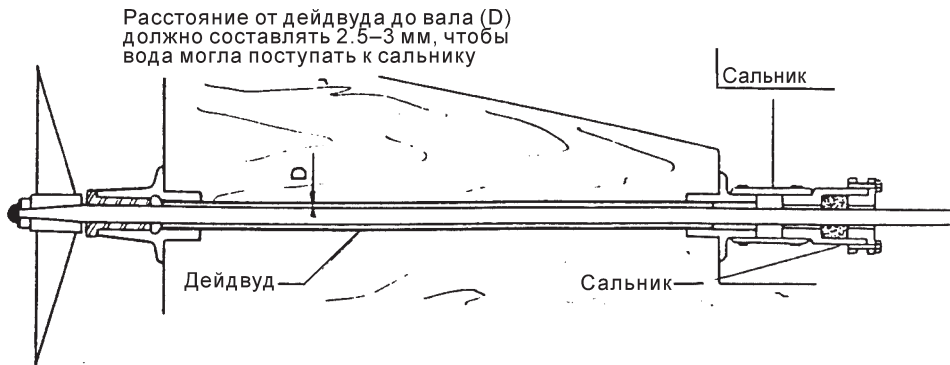


Рис. 2

## Установка вала

### 1. Отверстие для дейдвуда:

Обычно указано на чертеже и зависит от диаметра гребного вала и от допустимого угла наклона двигателя.

### 2. Установка дейдвуда:

Установке этой детали должно быть уделено особое внимание, чтобы обеспечить полную водонепроницаемость. Необходимо использовать материалы, которые не подвергаются коррозии.

3. **Используйте линию вала** (рис. 3) для проверки размеров фундамента двигателя (если он установлен) или для его конструирования, если его еще необходимо изготовить.

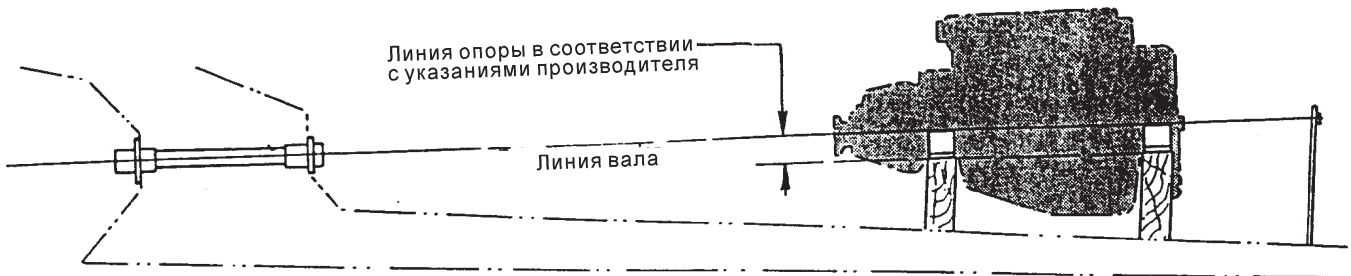


Рис. 3

4. **Установите вал** (с полумуфтой). Отцентрируйте вал в дейдвуде.

5. **Установите двигатель для первичного выравнивания вала.** Затем закрепите его окончательно подкладывая прокладки под опору двигателя чтобы выровнять в одной плоскости фланец двигателя и вал.

*ПРОВЕРКА: Используйте щуп диаметром 0,1 мм вокруг внешней окружности соединительных фланцев.*

6. **Закрепление двигателя на фундаменте.** Обычно выполняется при помощи болтов, которые подтягивают после соединения соединительных фланцев

7. **Окончательное выравнивание соединительных фланцев** (щупом 0,05 мм) при помощи регулировки амортизаторов двигателя, если необходимо.

### КОНТРОЛЬ СБОРКИ.

А. Когда реверс-редуктор находится в нейтральном положении, вал должен вращаться свободно без затруднений.

В. Укрепите лапы двигателя на фундаменте и установите амортизаторы так, чтобы не было риска, что они будут двигаться во время движения судна, что обеспечит нахождение вала в центре кормовой втулки.

С. Проверьте точную центровку соединительных фланцев и места коепления двигателя к опоре после ходовых испытаний.

Д. Смазка кормового подшипника Гудрича: отверстия обычно предусмотрены во внешней части кормовой втулки, они должны выпускать воду через отверстие в киле или через трубы, приваренные с этой целью.

Е. Амортизаторы (рис. 4). Проверьте распределяется ли вес двигателя одинаково на все четыре амортизатора, а не распределен по диагонали. Измерьте высоту амортизаторов передних и задних опор (расстояние Н) и если необходимо откорректируйте его при помощи прокладок. На второй передней опоре расстояние Н должно быть таким же, расстояние на двух задних опорах также должно быть равным, но может отличаться от расстояния на передних опорах (Н1).

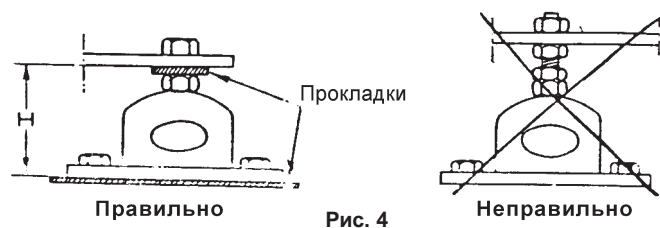
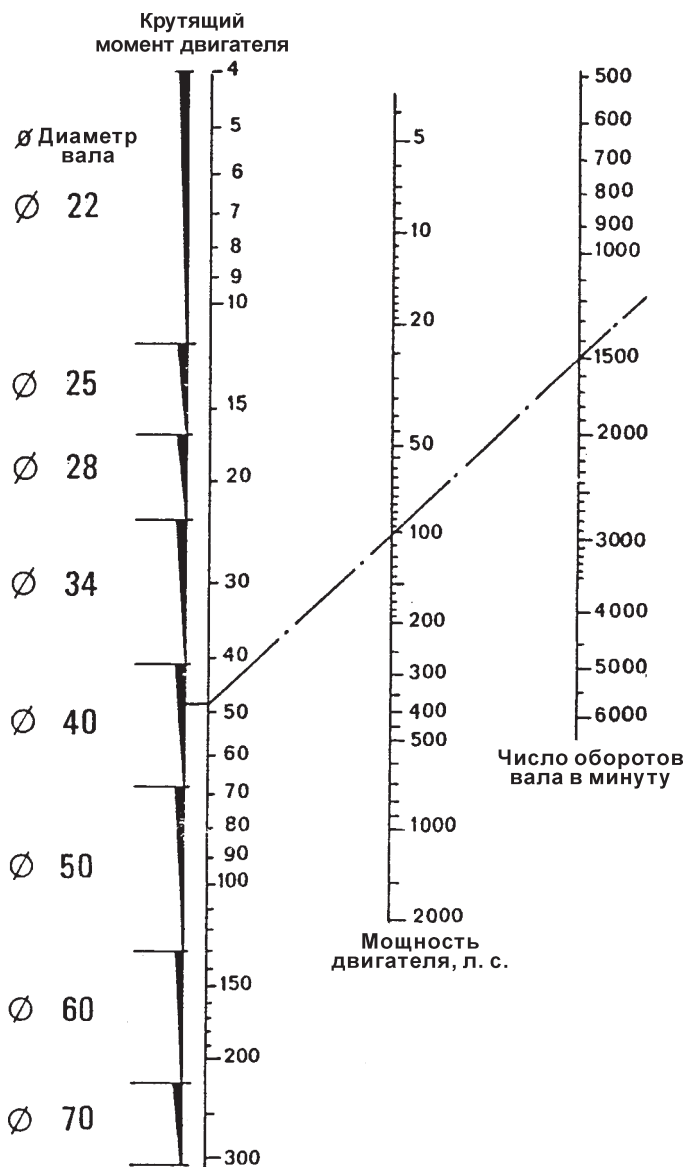


Рис. 4

## 1.4. Быстрое определение диаметра вала гребного винта

Диаграмма, представленная здесь позволяет приблизительно определить диаметр вала гребного винта, которое следует использовать для двигателя:

1. Найдите на средней шкале мощность двигателя в л. с.
2. Найдите на правой шкале число оборотов гребного винта (обороты двигателя делятся на передаточное число).
3. При помощи линейки соедините две эти точки и продлите линию до левой шкалы. Левая шкала показывает крутящий момент двигателя.
4. Найдите диаметр вала, соответствующий этому моменту.



## 1.5. Расстояние между подшипниками вала гребного винта

### Расстояние между подшипниками

Сальник не является точкой опоры. Три рисунка ниже показывают расстояние  $D$  между подшипниками для трех стандартных установок вала.

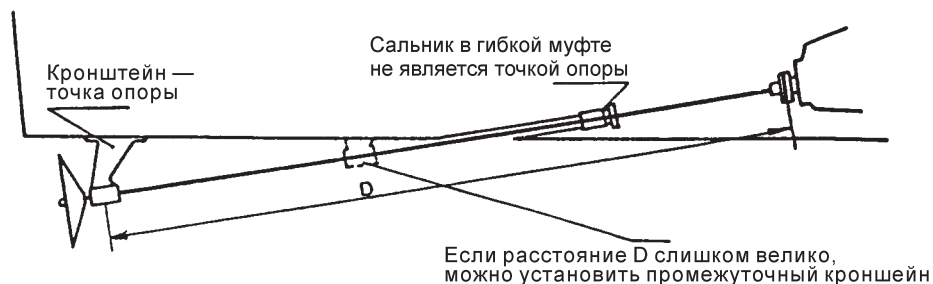


Рис. 1. Крепление вала на кронштейне

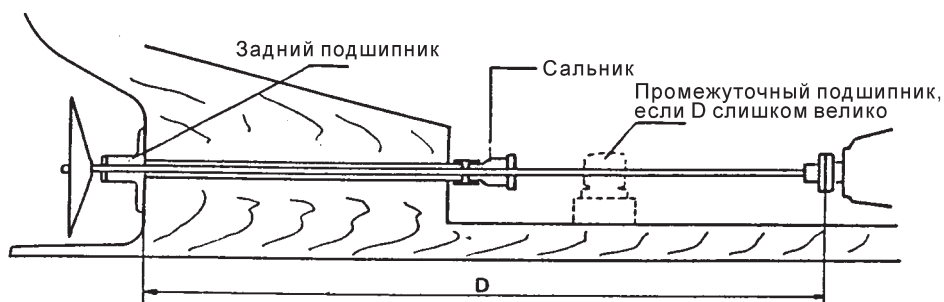


Рис. 2. Крепление вала в дейдвуде

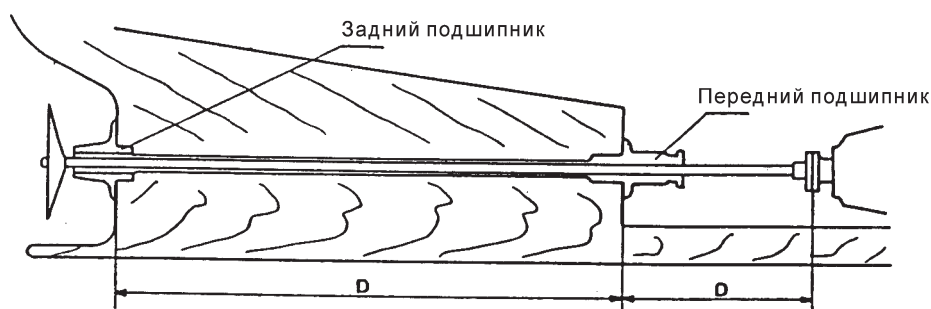


Рис. 3. Жесткое крепление вала в дейдвуде

Гребной вал — это один из основных элементов, так как он воспринимает крутящий момент двигателя и испытывает упор гребного винта.

Первый компонент скручивает вал установки, в то время как второй направлен на его сжатие, сумма этих напряжений на вал недостаточного диаметра может привести к изгибу вала и другим повреждениям.

Подходящий диаметр вала определяется по таблице для данного двигателя и передаточного числа редуктора. Расстояние  $D$  точно измеряется на судне.

Для материала, имеющего разрывную прочность 60-70 кг/мм<sup>2</sup>, максимально допустимое расстояние между подшипниками в метрах определяется по соответствующей диагонали на диаграмме (см. след. стр.).

Если расстояние между подшипниками слишком большое, то следует:

А — изменить установку двигателя. Увеличьте наклон двигателя в пределах, допускаемых изготовителем. Это позволит использовать более короткий вал.

В — установить вал большего диаметра.

С — установить промежуточные подшипники.



Чтобы найти максимально допустимое расстояние между подшипниками:

1. Выберите диаметр вала по оси X в диаграмме и проведите из этой точки вертикальную линию.
2. На оси Y найдите частоту вращения вала гребного винта и проведите через эту точку горизонтальную линию.
3. пересечение этих линий покажет максимально допустимое расстояние между подшипниками.

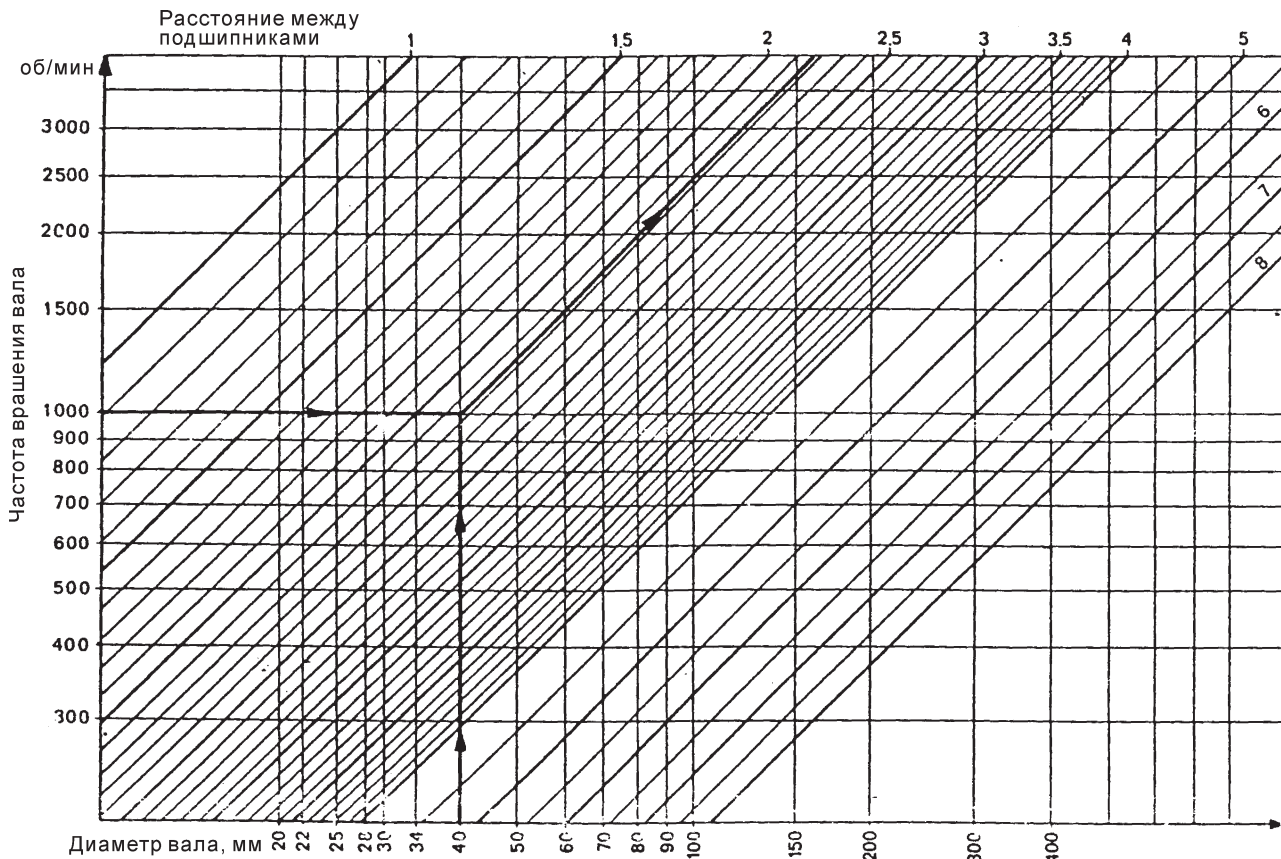
Пример:

Диаметр вала – 40 мм (разрывная прочность 65 кг/ кв мм)

Максимальное число оборотов – 1 000 об/мин

Расстояние между подшипниками должно быть не больше 2,20 м

Затем убедитесь, что выбранное расстояние D меньше, чем результат, полученный из диаграммы.



## 1.6. Установка вала

### 1. С дейдвудной трубой.

- кормовая втулка и дейдвудный подшипник должны быть очень надежно соединены.
- задняя часть киль должна быть как можно более тонкой (рис. 2). Отверстия во втулке предназначены для смазки подшипника водой.
- дейдвудная труба должна входить в кормовую втулку (рис. 1).

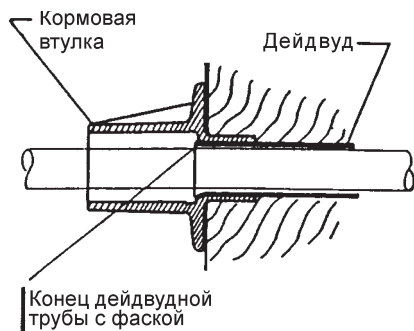


Рис. 1

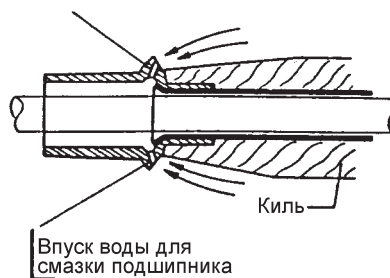


Рис. 2

## 2. Вал на кронштейне.

Кормовая втулка (1), на днище судна должна устанавливаться на герметик. На нее устанавливается дейдвудный сальник (3). Соединение между дейдвудной трубой и сальником с использованием гибкой трубки (4) выполнено из армированной резины и должно быть сделано очень тщательно с использованием хомутов из нержавеющей стали.

При установке кормового сальника используйте винты из материала, не подверженного коррозии.

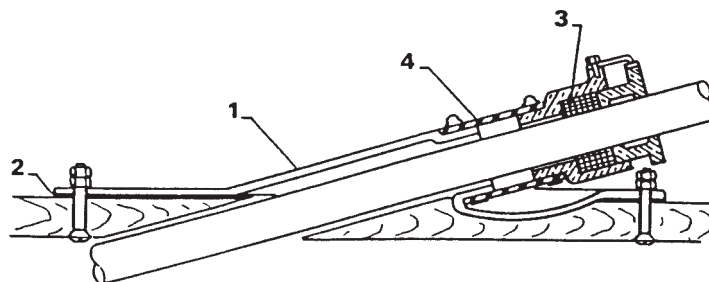


Рис. 3

## Дейдвудный подшипник.

Подшипник обычно делают из бронзы, иногда из нейлона или особого никелевого сплава. Он не должен быть слишком тугим.

Правильно установленный подшипник должен пропускать забортную воду капля за каплей (каждые 10-15 секунд).

Сальниковое уплотнение поставляется в упаковках по 3-4 кольца.

## Подшипник Гудрича

Подразумевается, что подшипник смазывается забортной водой. Это требует правильного изготовления узла (рис. 2). Для судов с корпусом из стеклопластика, в которых не делают отверстия в киле, вода поступает к подшипнику по дейдвудной трубе (рис. 4).

Во время обслуживания проверьте, что дейдвудная труба и подшипник не загрязнены водорослями и т.п.

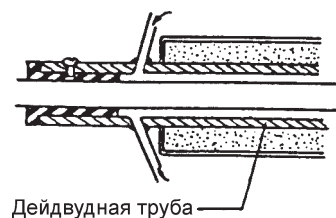
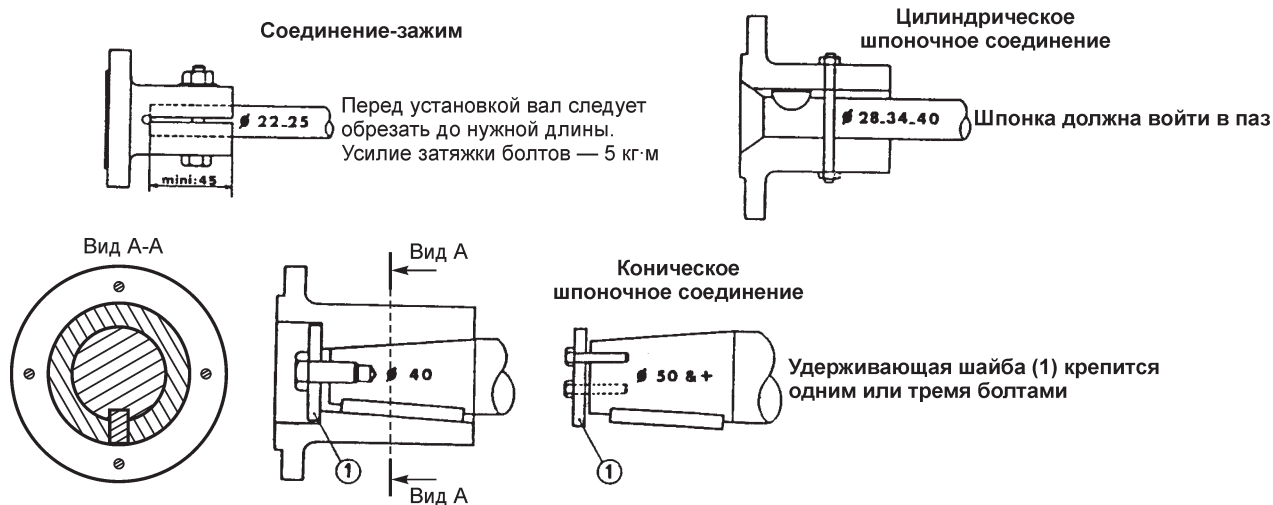


Рис. 4

## Соединительный фланец вала

Задача фланца — соединить двигатель и вал. Он должен быть сделан очень точно, так как от этого зависит правильная центровка вала гребного винта.

Ниже показаны различные типы соединительных фланцев.



## 2.1. Подбор гребного винта

### 1. Общие замечания

- Мощность двигателя внутреннего сгорания зависит от числа оборотов (рис. 1, кривая 1)
- Мощность потребляемая гребным винтом, имеющим постоянный шаг, пропорциональна кубу оборотов (рис. 1, кривая 2).
- Пересечение кривых 1 и 2 (рис. 1, точка А) – это точка в которой гребной винт потребляет максимальную мощность двигателя.

### 2. Некоторые термины

— **Кривая мощности двигателя под нагрузкой:** это кривая, показывающая максимальную мощность двигателя при испытаниях под нагрузкой.

— **Кривая регулятора оборотов:** эта кривая начинается в точке, где регулятор начинает блокировать подачу топлива из насоса и заканчивается в точке, где развиваемая мощность равна нулю (максимальные обороты без нагрузки).

Пример, показанный на рис. 2:

Номинальные обороты – 3000 об/мин

Обороты без нагрузки – 3300 об/мин

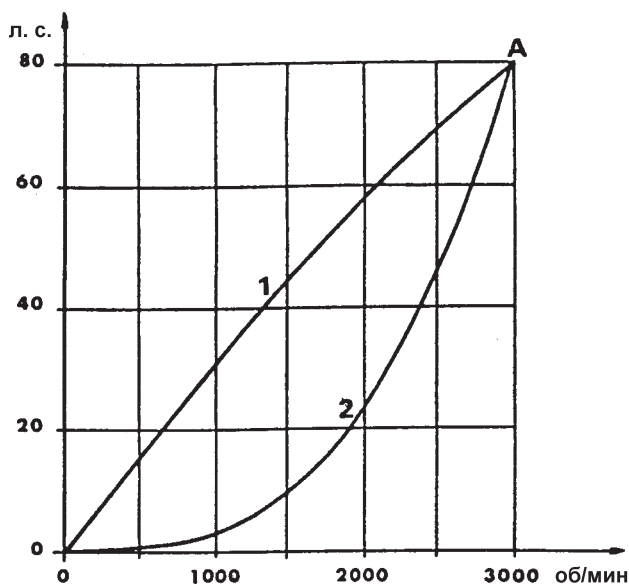


Рис. 1

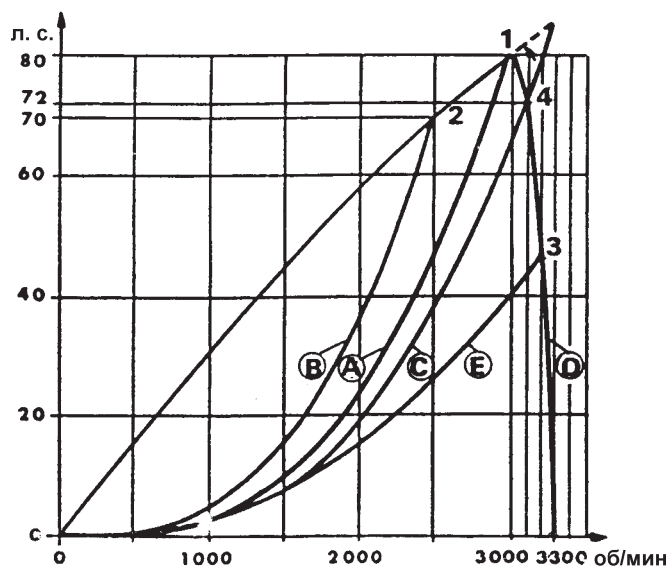


Рис. 2

### 3. Принцип правильной работы гребного винта

1. Идеальный гребной винт потребляет всю мощность при номинальных оборотах двигателя (рис. 2, кривая А).
2. «Тяжелый» гребной винт (рис. 2 кривая В) не дает развить полные обороты двигателя (рис. 2.2). Судно не достигнет своей максимальной скорости. Двигатель сильно «дымит».
3. «Легкий» гребной винт (рис. 2 кривые Е, Д) не потребляет полную мощность двигателя при номинальных оборотах, но при более высоких оборотах на кривой регулятора (рис. 2.3) и не на кривой полной нагрузки. Таким образом часть мощности двигателя тратится впустую, и падает КПД.

### 4. Работа винта

Расчеты служат для определения «идеального» гребного винта, упомянутого выше. На практике существует выбор между двумя возможностями:

#### 1. Гребной винт без запаса мощности (рис. 2, кривая А).

Использование «идеального» гребного винта позволяет судну достичь максимальной скорости, используя максимальную мощность двигателя.

Тем не менее, такая работа может быть не постоянной, т. к. сопротивление воды движению судна может возрасти (грязный корпус, повышенная нагрузка, волнение) и скорость уменьшится.

В таком случае гребной винт становится «тяжелым».

## 2. Гребной винт с запасом мощности (рис.2, кривая С).

Этот винт рассчитан как «легкий» (точка 4).

При увеличении сопротивления движению судна обороты двигателя падают, и точка 4 передвигается в точку 1.

Опыт показывает, что точка 4 должна быть такой, чтобы запас мощности был около 10%. Это соответствует оборотам двигателя на 3-3.5% выше, чем номинальные по тахометру. При этом необходимо контролировать обороты двигателя во избежание работы на повышенных оборотах (так называемого «перекручивания двигателя»).

Технически этот метод более правильный.

Его недостаток состоит в том, что в начале используется только 90% мощности, что обозначает пониженный КПД. Тем не менее запас мощности в 10 % позволяет продолжать работу при любой нагрузке.

## 5. Отдельные случаи (буксировка).

Судно используется на различных скоростях. Так как винт рассчитан для определенной скорости, то мощность которую он потребляет, является максимальной мощностью двигателя.

Перед расчетом винта необходимо знать сможет ли он быть максимально эффективным при работе судна (траление, буксировка) или когда судно идет без дополнительной нагрузки (максимальная скорость). Желаемая скорость при работе судна также должна быть известна (например, 3-5 узлов при тралении).

Пример на рис. 3 показывает винт с максимальной эффективностью для траления. Когда судно идет без трала, винт слишком «легкий».

*Внимание! Только применение винта регулируемого шага (ВРШ) позволяет использовать полную мощность двигателя при любых условиях.*

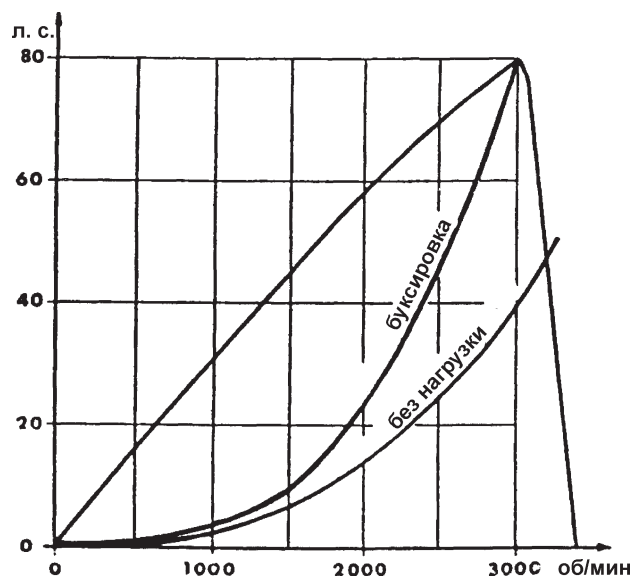


Рис. 3

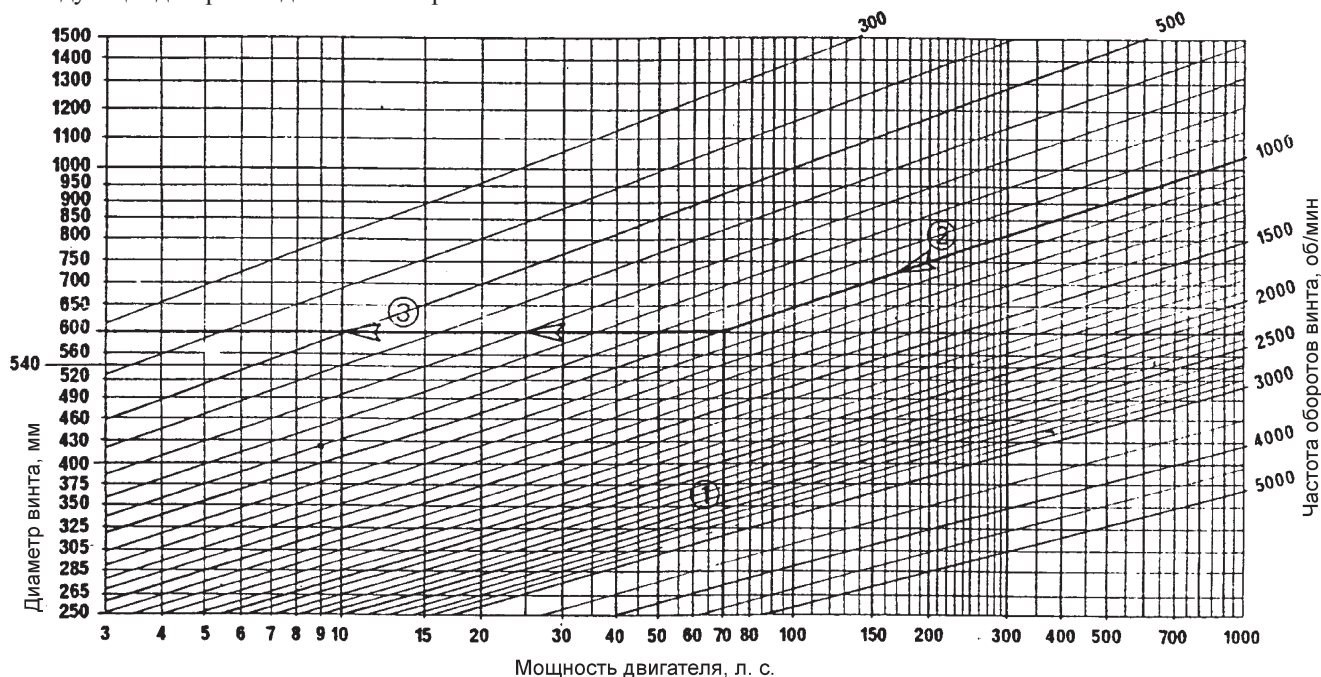
## 2.2. Расчет диаметра винта

Когда выбран тип двигателя и передаточное число реверс-редуктора, необходимо проверить диаметр винта и убедиться, что винт такого диаметра может быть установлен на судне.

Не забудьте, что пространство между концом лопасти и корпусом должно быть около 0,1 диаметра винта. Существует 2 случая:

1. Установка двигателя при строительстве нового судна.
2. Установка двигателя на уже готовое судно.

Следующая диаграмма дает готовый расчет:



A – диаметра винта, в соответствии с мощностью двигателя и максимальной скоростью вращения (новое судно).  
 B – число оборотов (передаточное число) в соответствии с диаметром винта и мощностью двигателя (установка двигателя).

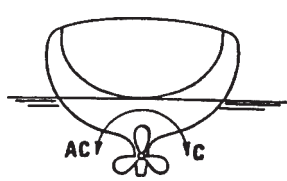
**ПРИМЕНЕНИЕ ДИАГРАММЫ:**

1. Выберите мощность на горизонтальной шкале.
2. Выберите обороты винта на вертикальной шкале справа.
3. Через пересечение 1 и 2 проведите горизонтальную линию чтобы найти диаметр винта на шкале слева.

## 2.3. Данные для расчета гребного винта

Не существует «Стандартного» винта для каждого двигателя и передаточного числа.

Расчет должен быть выполнен так, чтобы он давал оптимальную скорость судна и спецификацию гребного винта. Информация, необходимая для расчета винта, приведена ниже. Неточные данные могут привести к неправильной работе винта, неправильной загрузке двигателя и, как следствие, к недостижению желаемых характеристик судна. В таком случае это не будет являться причиной возврата винта поставщику.

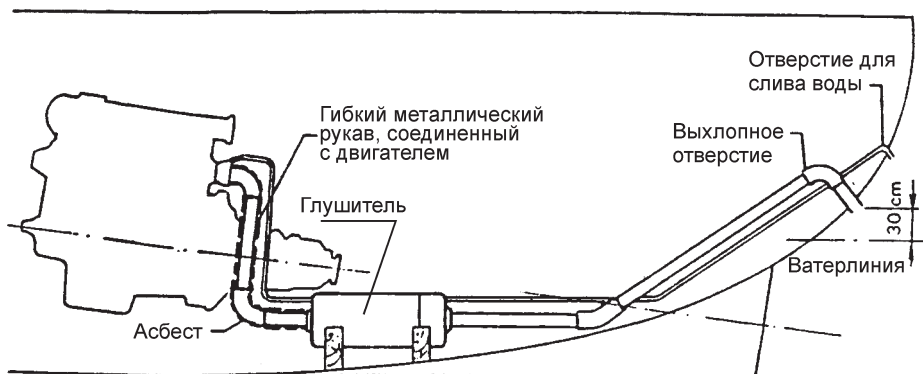
|                                     |                                   |  |   |
|-------------------------------------|-----------------------------------|--|---|
| По запросу г-на: _____              |                                   | Дата: _____  |   |
| Адрес: _____                        |                                   | Тел: _____   |   |
| <b>СУДНО</b>                        | Тип:                              | <b>ДВИГАТЕЛЬ</b>   | Производитель:  |
|                                     | Обслуживание:                     |  | Модель:   |
| Размер                              | Малое<br>Среднее<br>Крупное       | Двигатель  | Бензиновый<br>Дизельный                               |
| Материал                            | Дерево<br>Металл<br>Стеклопластик | Мощность   | : _____ л. с.   |
| Форма днища                         | Округлое<br>V-образное<br>Плоское | Обороты  | : _____ об/мин  |
| Средняя длина                       | : _____ м                         | Тип редуктора  | Механический<br>Гидравлический                        |
| Длина по ватерлинии                 | : _____ м                         | Производитель редуктора  | : _____   |
| Средняя ширина                      | : _____ м                         | Вращение винта   | По часовой стрелке (C)<br>Против часовой стрелки (AC) |
| Ширина по ватерлинии                | : _____ м                         |  |   |
| Осадка:                             |                                   |  |   |
| а) с килем                          | : _____ м                         |  |   |
| б) без киля                         | : _____ м                         |  |   |
| Толщина киля (если есть)            | : _____ м                         |  |   |
| Вес в рабочем состоянии             | : _____ м                         |  |   |
| Максимально возможный диаметр винта | : _____ м                         |  |   |
| Число двигателей                    | Один<br>Два                       |  |   |
| Диаметр гребного вала               | : _____ мм                        |  |   |

Не задействованные поля перечеркните!

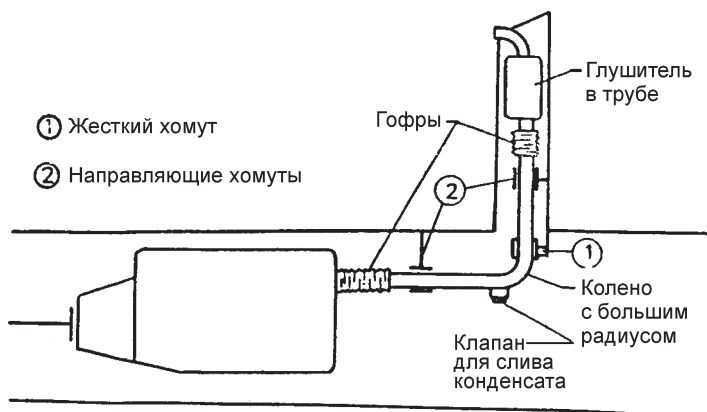
### 3.1. Различные системы выхлопов

#### 1. Сухой выхлоп

1.1. Через глушитель, охлаждаемый водой. Такая схема сейчас применяется редко.



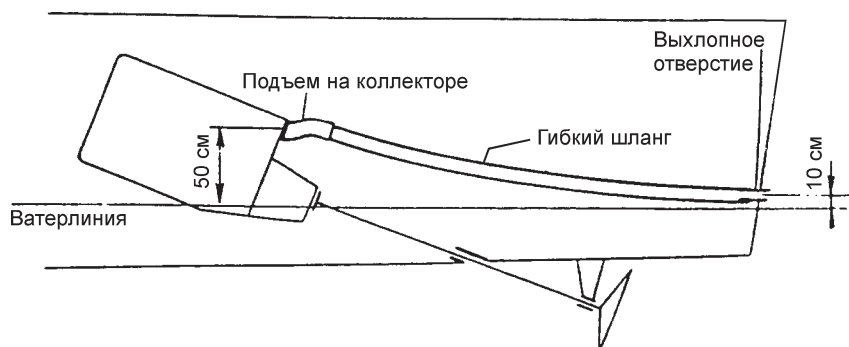
1.2. Сухой выхлоп. Рекомендованная для рыболовных судов, такая установка требует тщательного проектирования. Выхлопные газы обычно выходят через дымовую трубу с глушителем.

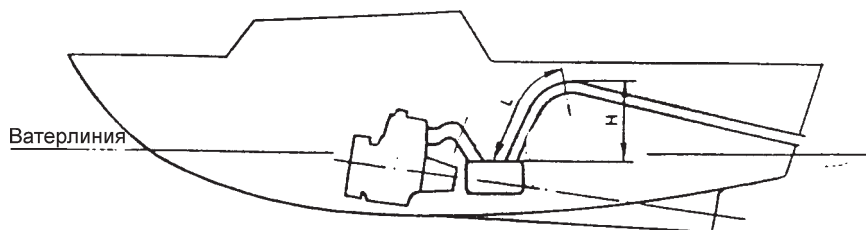


#### 2. «Мокрый» выхлоп

2.1. Через выхлопную трубу.

- выхлопная труба на выхлопном коллекторе смешивает забортную воду с выхлопными газами.
- при такой упрощенной системе выхлопное отверстие должно быть на 50 см (19,7 дюймов) выше ватерлинии.
- шум глушится плохо.
- при установке системы «мокрого» выхлопа необходимо предусмотреть установку сифонного клапана в случае, если двигатель находится ниже ватерлинии. Это позволит избежать попадания забортной воды из выхлопной трубы в цилиндры двигателя.





### 3.2. Противодействие на выхлопе

Противодействие, как и подразумевает его название, является нежелательным, оно вредно как для нормальной работы выхлопной системы, так и для двигателя в целом. Величина противодействия не должна превышать:

160 г/кв. см — для бензиновых двигателей

100 г/кв. см — для дизельных двигателей

50 г/кв. см — для дизельных двигателей с турбонаддувом

Показания противодействия получают в выхлопном коллекторе через особое ответвление, позволяющее присоединить прибор.

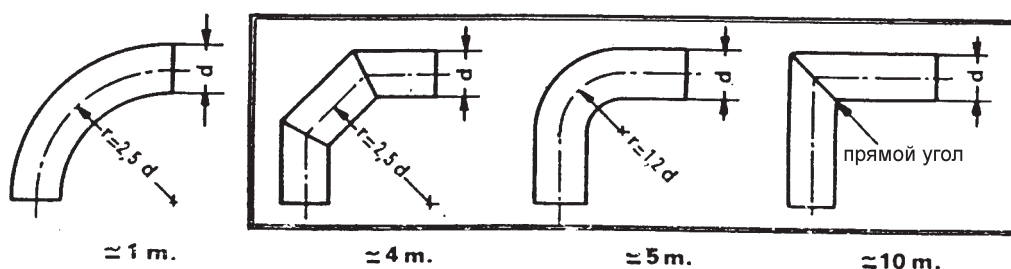
Условия испытаний: полная нагрузка, максимальные обороты двигателя.

Противодействие может вызвать повышение температуры выхлопных газов, потерю мощности и сажу в выхлопных газах, вызванную неполным сгоранием. Противодействие зависит от типа выхлопа, длины и диаметра трубопровода и количества углов.

Ниже представлена таблица, показывающая минимальный диаметр трубопровода и длину системы в соответствии с мощностью двигателя.

| L \ п. с. | до 40 | 40–55 | 55–80 | 80–130 | 130–180 | 180–220 | 220–300 | 300–400 |
|-----------|-------|-------|-------|--------|---------|---------|---------|---------|
| до 10 м   | 50    | 60    | 70    | 80     | 90      | 110     | 140     | 170     |
| 10–20 м   | 60    | 70    | 80    | 100    | 110     | 125     | 150     | 180     |

Изгибы увеличивают противодействие. Каждый изгиб эквивалентен увеличению длины выхлопной трубы. Изгибов, заключенных в рамку на схеме, рекомендуется избегать.



### 3.3. Установка «мокрой» выхлопной системы

#### Общее описание

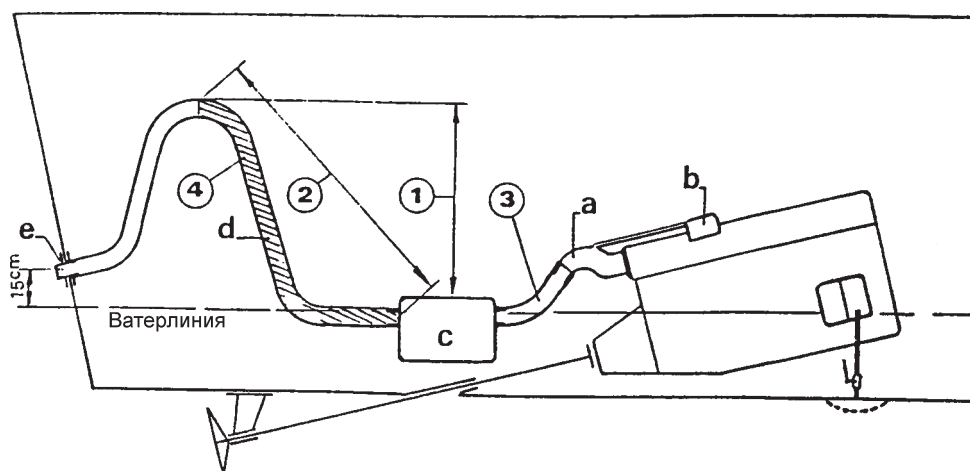
Такая выхлопная система обычно используется на прогулочных судах.

— Выхлопные газы охлаждаются в выхлопном коллекторе с двойной обшивкой при помощи потока забортной воды, поступающей из внешнего контура охлаждения двигателя (В). Затем эта смесь движется к глушителю (С) через шланг, который должен быть по возможности коротким.

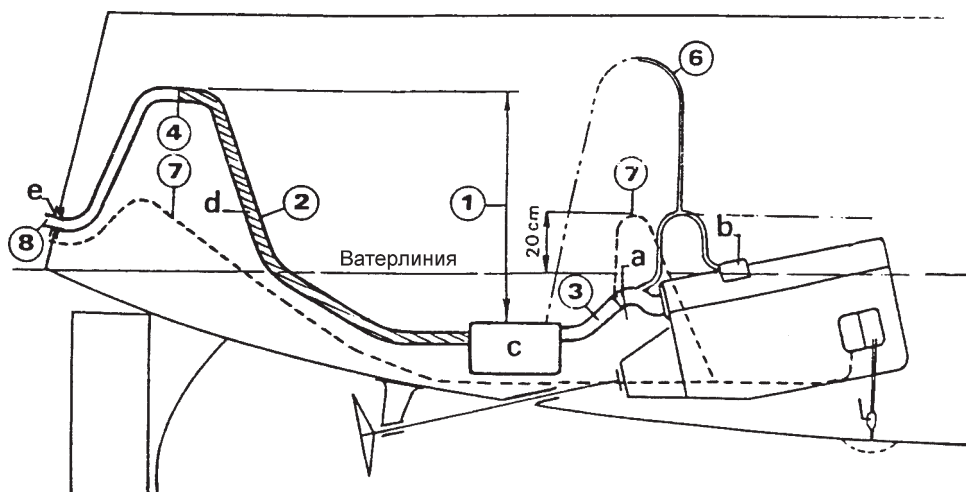
— Шланг (Д), соединяющий глушитель с выхлопным фланцем в корпусе судна (Е), должен быть по возможности максимально коротким и прямым, чтобы уменьшить противодействие, насколько это возможно (см. п. 3.2).

— Различия в уровне между верхней частью глушителя (С) и самой высокой частью шланга (d) не должно превышать 1,50 м. Предосторожности при установке (для справки см. рисунки)

Простота установки – основной аргумент в пользу такой выхлопной системы, но все же мы настоятельно рекомендуем перед началом сборки определить место выхлопного отверстия коллектора двигателя относительно ватерлинии судна. Рассмотрим два случая:



Выхлопное отверстие коллектора выше ватерлинии



Выхлопное отверстие коллектора ниже ватерлинии

#### Основные правила установки системы «мокрого выхлопа»:

1. Максимальная высота не должна превышать 1,50 метра
  2. Допустимая длина шланга – максимум 3 метра.
  3. Шланг должен позволять глушителю находиться как можно ближе к двигателю.
  4. Гусек между глушителем и кормой защищает от волн с кормы.
  5. Вакуумный клапан: необходимо избегать эффекта сифона, когда двигатель остановлен, поскольку заборная вода может заполнить глушитель, а затем попасть в коллектор.
  6. Выхлопное отверстие рекомендуется размещать в диаметральной плоскости.
  7. Фильтр заборной воды должен быть выше ватерлинии.
- Важная информация для установки выхлопной системы ниже ватерлинии приведена далее.



### 3.4. Антисифон

#### Общие замечания

Сифон – это кривая трубка, используемая для перекачивания жидкости из одного резервуара «А» в другой «В». Сначала сифон должен быть заполнен, то есть трубка должна быть заполнена жидкостью.

Жидкая масса в двух резервуарах становится единой и резервуары могут рассматриваться как сообщающиеся сосуды (рис. 1).

Этот физический феномен, обусловленный атмосферным давлением действует, если не происходит разделения жидкой массы.

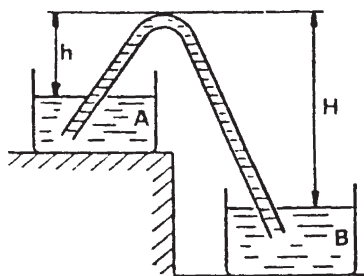


Рис. 1

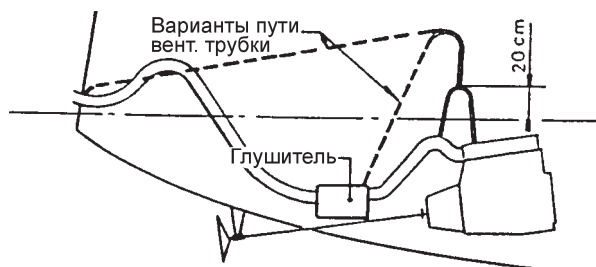


Рис. 2

Установка антисифона необходима при использовании глушителя «мокрого» типа с двигателем ниже ватерлинии. Необходимо обеспечить воздушную вентиляцию, чтобы предотвратить эффект сифона, так как из-за этого эффекта вода может заполнить сначала глушитель, а затем коллектор двигателя. Вентиляционный клапан – это трубка, которую нужно поднять как можно выше (избегать горизонтальных углов и петель).

Вентиляционный канал может вести к:

А – глушителю (рис. 2).

В – выхлопному отверстию (рис. 2).

С – борту судна (рис. 3), учитывая угол возможного крена.

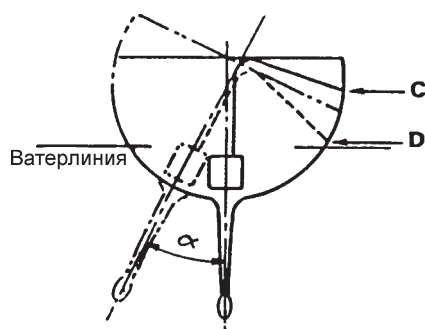


Рис. 3

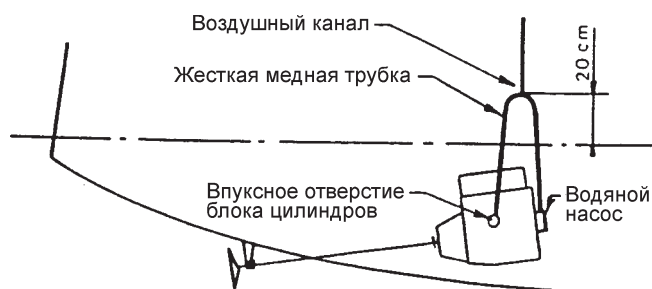


Рис. 4

## 4.1. Баки для горючего и топливопровод

### 1. Бак для горючего

- Бензобаки должны быть размещены на расстоянии от всех источников тепла.
- Бензобак должен всегда быть изолирован от корпуса и отсека двигателя.
- Вода не должна проникать в бак.
- Съемные баки должны быть закреплены так, чтобы они не могли перемещаться при качке.
- Заливные отверстия должны находиться на палубе и закрыты надежными пробками. Если топливо случайно проливается, то оно не должно попадать внутрь судна, а должно стекать за борт.
- Минимальный диаметр заливного шланга — 40 мм.
- Все баки должны быть установлены с вентиляционным шлангом.
- Вентиляционный шланг должен вести из самой высокой точки бака.
- Для бензиновых баков в отверстие вентиляционного канала должен быть установлен противовоспламеняющийся фильтр.
- Трубопровод возврата дизельного топлива прикрепляют в стороне от подающего топливопровода, и его конец должен располагаться на расстоянии 20 мм от дна.
- Трубка подачи топлива должна находиться на противоположной стороне от возвратного трубопровода чтобы избежать повторного использования горячего топлива.
- Рекомендуется заземлить бак.
- Переборки для уменьшения свободной поверхности топлива необходимы когда одно из горизонтальных измерений превышает 460 мм.

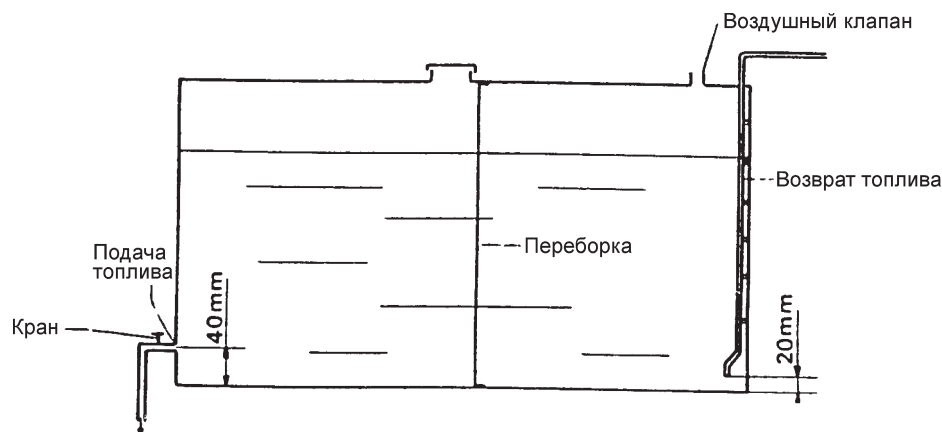


Рис. 1

### 2. Топливопровод.

- Фильтр-отстойник.  
Чтобы предотвратить попадание конденсата поступающего в двигатель из бака целесообразно (для баков объемом около 25 литров) и даже необходимо (для баков большего объема) установить на топливопровод фильтр-отстойник. Фильтр-отстойник должен располагаться по возможности ниже уровня дна бака. Доливайте бак горючим до полного уровня после каждого выхода, чтобы уменьшить конденсат.
- Топливопровод.  
Топливопровод рекомендуется делать из медного сплава как для подачи топлива, так и для его возврата. Он должен иметь диаметр, рекомендованный изготовителем двигателя. Топливопровод должен крепиться к двигателю при помощи усиленных гибких соединений. Сварка или винтовые соединения должны быть доступны и не должны иметь протечек и пропускать воздух.  
Возврат топлива должен осуществляться в бак (если конструкцией двигателя не предусмотрено иного).

### 3. Варианты крепления топливных баков

- Подвешивание бака, объемом до 25 литров см. рис. 2.
- Установка бака, объемом более 25 литров см. рис. 3.
- Между заливной трубкой и баком должен быть специальный топливный шланг.

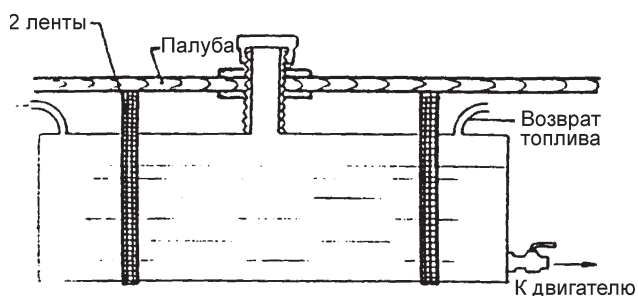


Рис. 2

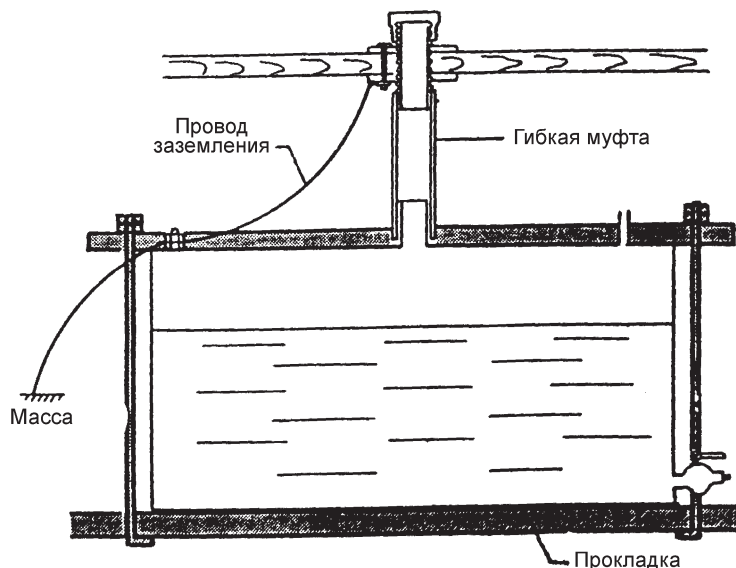


Рис. 3

## 4.2. Установка топливных баков

### Общие замечания

Подходящий тип установки зависит от размещения бака, его высоты по отношению к двигателю, наличия или отсутствия топливоподкачивающего насоса в двигателе и количества баков.

#### 1. Двигатель без топливоподкачивающего насоса.

Бак с подачей самотеком (Рис. 1).

Дно бака должно располагаться более чем на 200 мм выше, чем топливный насос высокого давления. Труба подачи – короткая и прямая. Фильтр-отстойник может быть применен.

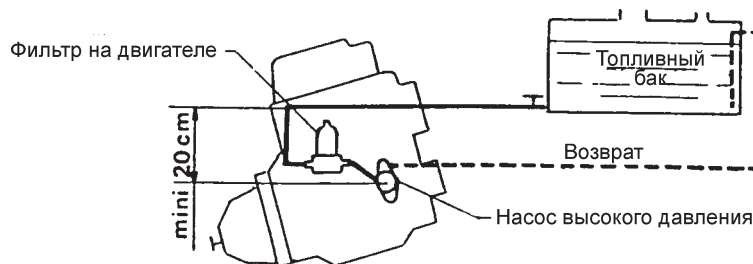


Рис. 1

#### 2. Двигатель с насосом подачи.

Двигатели могут быть установлены с различными насосами подачи топлива (диафрагменный, поршневой и т.д.), которые могут иметь различные характеристики. Если высота всасывания больше, чем 1 метр, а топливопровод длиннее 5 метров, необходимо проконсультироваться с поставщиком двигателя.

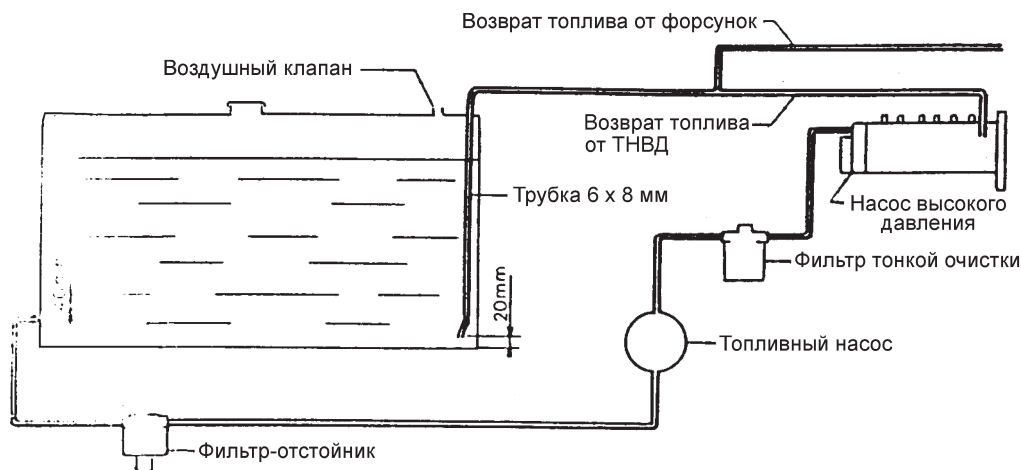


Рис. 2. Установка одиночного бака



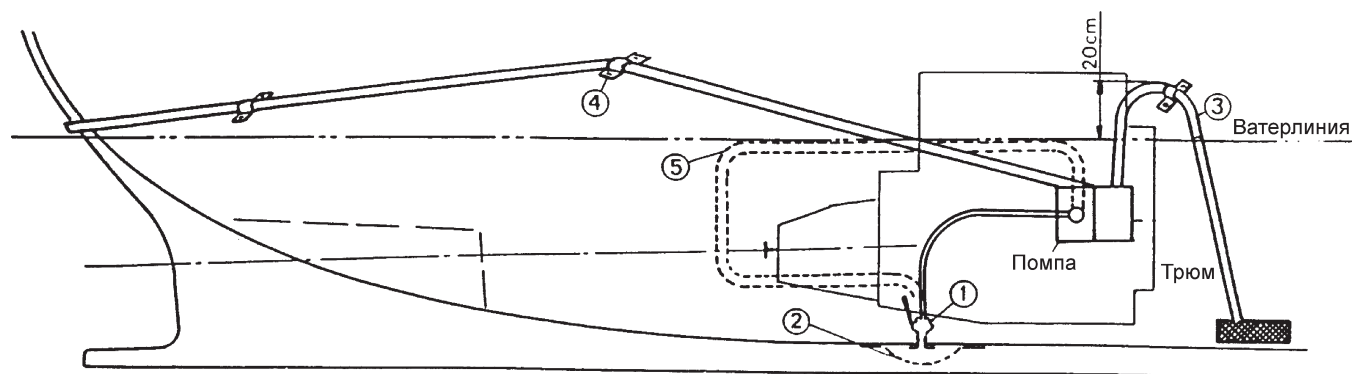
Рис. 3. Установка двух двигателей с двумя баками

Установка промежуточного бака имеет преимущества, так как поступление топлива в этом случае общее для обоих двигателей, даже если установлено два бака. Если один бак не используется, то оба двигателя могут получать топливо из другого. Промежуточный бак и декантер должны располагаться ниже баков. «Пересекающиеся» вентиляционные каналы предотвращают потерю горючего, когда судно идет с качкой.

### 4.3. Трубопровод для контура охлаждения

#### Общие замечания

- Для впускного трубопровода резиновые шланги нежелательны.
- Избегайте изменения диаметра трубки.
- Съемные соединения не должны быть установлены на впускной стороне.
- Каждый двигатель должен иметь собственный контур охлаждения.
- Рекомендуется предусмотреть возможность соединения трубки впускной воды и трюмной помпы (в случае если центробежный насос поврежден).



#### Предосторожности при установке.

1. Обеспечьте легкий доступ к кингстону.
2. Размещение кингстона должно быть таким, чтобы водозаборник был защищен, когда судно садится на мель или транспортируется.
3. Установите втулки, держащие трубу.
4. Избегайте изгибов.

*Практический совет: При первом запуске проверьте поступление воды в систему охлаждения.*

# 5.1. Вентиляция отсека двигателя

## Общие замечания

Если двигатель забирает воздух из трюма, то высокая температура потребляемого воздуха снижает мощность двигателя.

Рис. 1 показывает такую потерю мощности для двигателя с естественным всасыванием. Более того, температура воздуха в трюме не должна превышать 50 градусов С, в противном случае существует опасность, что аккумуляторы и резиновые детали могут испортиться.

Чтобы уменьшить температуру воздуха в трюме для прогулочных и небольших рыболовных судов устанавливают вентиляционные решетки или воздухозаборные устройства, которые забирают наружный холодный воздух и доставляют его в нужную часть отсека двигателя. Выходная решетка должна быть расположена в отсеке двигателя высоко, что позволяет выходить горячему воздуху. Всасываемый воздух не должен быть теплее 40° С.

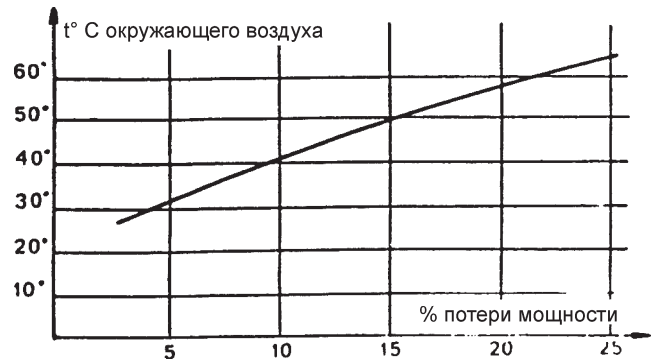


Рис. 1

## 1. Различные типы установки.

На маленьких судах двигатель заключен в капот, который опирается на палубу. Вентиляция идет через две воздушные решетки, одну спереди, вторую сзади капота.

Для двигателя в моторном отсеке воздухозаборник устанавливается возле воздушного фильтра двигателя.

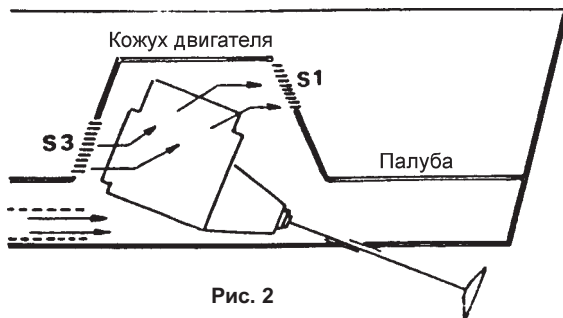


Рис. 2

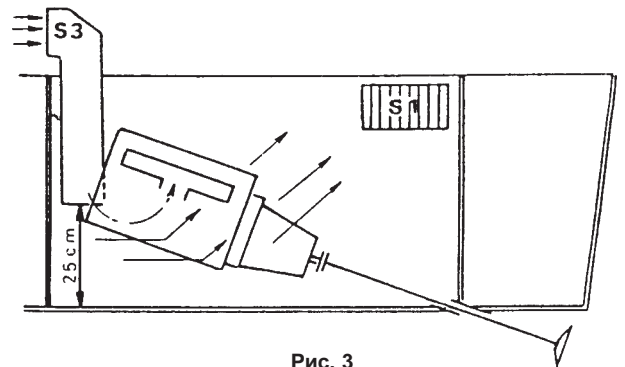


Рис. 3

Если невозможно поддерживать температуру моторного отсека ниже 40° С (жаркий климат или слишком маленький отсек двигателя), то вентилятор и впуск двигателя должны быть соединены гибкой трубкой, по возможности гладкой (а – рис. 4).

Если изготовитель двигателя указывает воздушный фильтр, то гибкая трубка должна вести к этому фильтру.

Воздухозаборник должен быть достаточного размера чтобы обеспечить достаточное количество воздуха попадающего к двигателю. Возможно использование промежуточного водо-воздушного охладителя всасываемого воздуха.

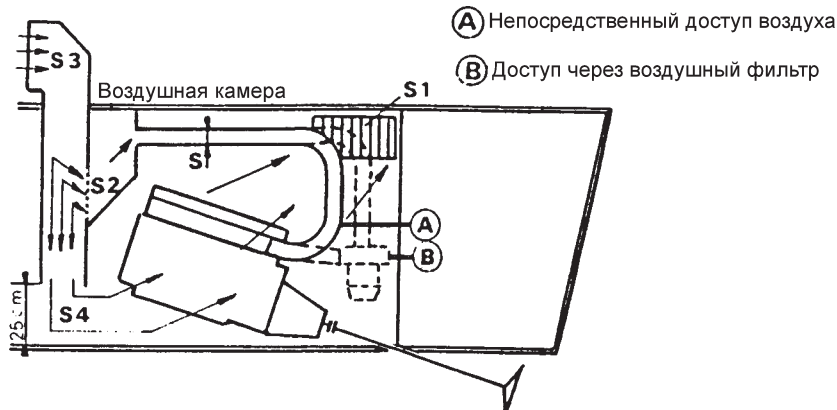


Рис. 4

## 6.1. Дроссельное управление для дизельных двигателей

Обычно дросселем дистанционно управляют при помощи рычага управления, соединенного с дроссельным рычагом на двигателе при помощи кабеля дистанционного управления (ДУ).

### Определение длины кабеля ДУ

Измерьте расстояние, которое должен покрывать кабель между точками крепления к двигателю и рычагу управления. Кабель ДУ должен идти по возможности по прямой или изгибы не должны иметь радиус менее 200 мм. Полностью измеренная длина  $L$  показана на рис. 1. Максимальный ход кабеля ДУ — 76 мм. Действительный ход может изменяться до 70-72 мм из-за ограничения хода рычага управления. Максимальный угол поворота стержня, выходящего из кабеля ДУ — 8 градусов (рис. 2).

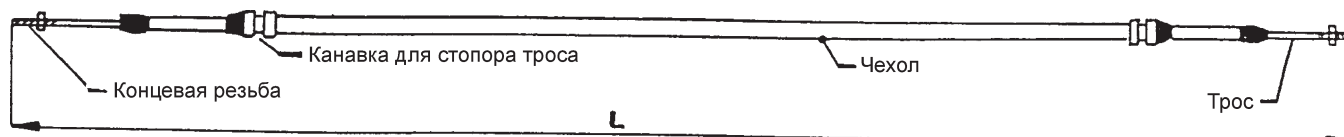


Рис. 1

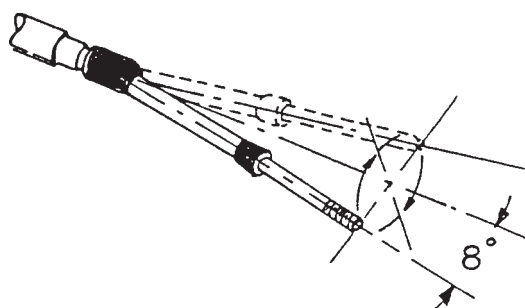


Рис. 2

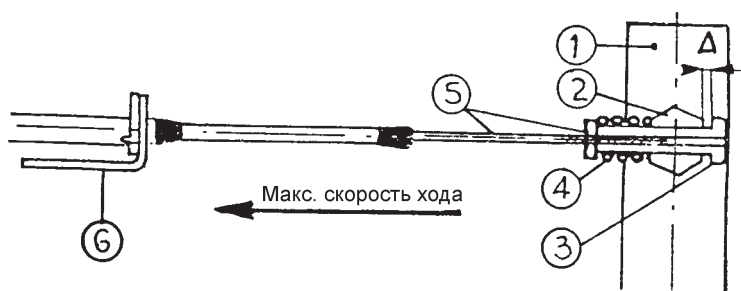


Рис. 3

1. рычаг дросселя на двигателе
2. шарнир на рычаге
3. крепление троса
4. пружина
5. стержень кабеля ДУ и гайка
6. упор кабеля ДУ на двигателе

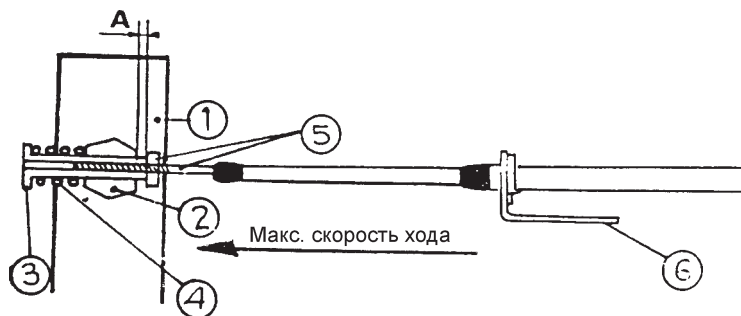


Рис. 4

1. рычаг дросселя на двигателе
2. точка поворота на рычаге
3. трубка и соединение
4. пружина
5. стержень боудена и гайка
6. упор кабеля ДУ на двигателе

### Установка на двигатель

Два варианта:

1. Толкание кабеля ДУ (рис. 4).

2. Натяжение кабеля ДУ (рис. 3).

- Убедитесь, что соединенные части правильно расположены в соответствии с выбранным методом (1 или 2).
- Проверьте чтобы рычаг управления не ограничивал хода кабеля ДУ.
- Конец трубки 3 должен быть закреплен так, чтобы снаружи стержень выходил, по крайней мере на 10 мм.
- Если необходимо, переместите конец троса 6 или, если дроссельный рычаг имеет несколько отверстий, выберите одно при минимальном ходе.

— Установите пружину и ограничитель. Когда рычаг находится в положении холостого хода, расстояние  $A$  должно быть равно 2-3 мм, когда рычаг установлен в позиции холостого хода, пружина должна свободно передвигать рычаг в требуемую позицию.

— Синхронный дроссель и реверс: газ нужно давать только после того, как шестерни редуктора придут в полное зацепление.

## 7.1 Проверка перед первым запуском

---

— Сделайте визуальную проверку общего состояния установки, не забывая фильтр очистки воды, гайку крепления гребного винта и стопорную шайбу.

— Убедитесь, что винт вращается свободно (некоторое слабое усилие от подшипника Гудрича, пока он сухой, исчезнет после контакта с водой). Откройте кран подачи топлива и кингстон.

— Проверьте правильную работу включения реверс-редуктора и дроссельного рычага. Убедитесь, что рычаг возвращается правильно в режим холостого хода, и что обороты двигателя максимальны, когда рычаг в полностью открытой позиции. (Это особенно важно для дизельных двигателей.)

— Убедитесь, что стопорный механизм рычага не слишком тугой.

— Проверьте надежность соединения клемм аккумулятора.

— Проведите общую проверку установки, прочность шпилек, крепящих двигатель, шпильки соединения вала, ремни привода, соединения трубо и топливопроводов.

— Проверьте, если необходимо дополните, уровень масла в двигателе и реверс-редукторе. Отметьте уровень.

— Тщательно заполните топливную систему. Двигатель не запустится или не даст полной мощности, если из контура не будет удален весь воздух.

— Если двигатель имеет теплообменник, заполните его чистой водой, добавляя антифриз в соответствии с инструкцией. Проверьте уровень после испытания судна.

— Никогда не запускайте двигатель, если вода не поступает в охлаждающий насос. Если двигатель нужно запустить когда судно находится на берегу, проведите трубку к водяному насосу (не используйте воду под давлением). Никогда не включайте передачу двигателя когда судно находится на суше, так как это может повредить подшипник Гудрича.

— Проверьте поток воды насоса через выхлопное отверстие когда двигатель запущен.

— Никогда не включайте ход слишком быстро на непрогретом двигателе.

— Переходите к ходовым испытаниям и отмечайте обороты двигателя при полной нагрузке и без нагрузки, следите за температурой охлаждающей жидкости.

— Проверьте прочность и герметичность соединений топливо- и трубопроводов, когда двигатель запущен.

## 7.2. Контроль и одобрение установки

---

Установка двигателя, особенно на некоторых типах судов, может быть достаточно сложной. Для получения гарантии на двигатель требуется одобрение собранной установки представителем фирмы Фордевинд-Регата с обязательным подписанием акта приемки. В противном случае гарантия на двигатель не предоставляется.



ООО «Фордевинд-Регата», 197110, Санкт-Петербург, Левашовский пр. 15А,  
тел.: (812) 655 59 15, [office@fordewind-regatta.ru](mailto:office@fordewind-regatta.ru)  
[www.fordewind-regatta.ru](http://www.fordewind-regatta.ru)