



Рис. 10-18А. Муфта должна соединяться с валом шпонкой, как показано на этой фотографии. Однако многие муфты установлены без шпонок. В таком случае лучше, если соединяющий детали стопорный болт проходит через вал насеквье, а не упирается в небольшое углубление на его боковой стороне. В любом случае болт должен быть надежно застопорен проволокой, чтобы он не мог открутиться из-за вибрации и выпасть.



Рис. 10-18В и 10-18С. Здесь стопорный болт не закреплен. Если он открутится и выпадет, при включении реверса тяга винта выбросит винт вместе с валом наружу, за борт. Для устранения такой возможности гребной вал был просверлен и поставлен сквозной болт. Отметим, что эластичная вставка между фланцами муфты (рис. 10-18В) помогает уменьшить вибрацию при работе двигателя.

## ВЫРАВНИВАНИЕ ДВИГАТЕЛЯ

В большинстве силовых установок трансмиссию соединяет с гребным валом обычная муфта, жесткая или эластичная. При этом для тихой, без сильных вибраций работы двигателя, а также дол-

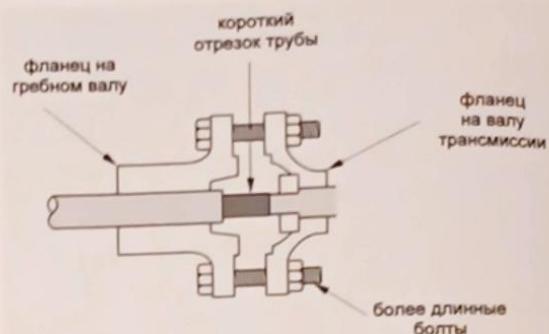


Рис. 10-19А. Снятие фланца муфты с помощью упора из отрезка трубы.



Рис. 10-19В и 10-19С. В этом случае для снятия заевшего фланца использовали патрубок подходящего размера.

гой службы всех подшипников и уплотнений критически важно точное выравнивание всех агрегатов, обеспечивающее соосность вращающихся деталей. Правильность установки двигателя следует периодически проверять (традиционно рекомендовалось делать это ежегодно, но жесткость и стабильность формы корпусов современных яхт обычно вполне позволяют увеличить срок между проверками до двух лет). Для проведения такой проверки яхта обязательно должна находиться на воде. Форма корпуса при хранении на кильблоках может несколько измениться; более того, после спуска на воду желательно, особенно для деревянных корпусов, выждать от нескольких дней до недели для того, чтобы корпус принял свою «водоизмещающую» форму.

Однако, если гребной вал не совершенно прям, а соединительная муфта не собрана с точной центровкой, бессмысленно проверять, ровно ли стоит двигатель. Поэтому посадка фланца муфты, а при необходимости и станочная обработка вала должны быть произведены заранее, до установки линии вала на судно. Заметим, что фланцы муфты должны иметь точно один и тот же диаметр.

## Эластичные опоры и муфты

Почти все двигатели сейчас монтируются на эластичных опорах и снабжаются эластичными муфтами, но это вовсе не уменьшает важность точного выравнивания. Легкие корпуса современных яхт имеют тенденцию *играть*, прогибаться при плавании на морском волнении, в то время как двигатель по необходимости является совершенно жестким агрегатом. Задачи эластичных опор – сгладить изменения геометрии корпуса и уменьшить вибрации, передающиеся корпусу от двигателя. Компенсация неточностей установки в эти задачи не входит. Со временем опоры проседают, так как резина размягчается, особенно когда соприкасается с маслом или дизтопливом. Проверяйте опоры ежегодно и менятьте, когда обнаружите признаки их разрушения. Yantag рекомендует менять опоры каждые два года, но не знаю ни одного владельца яхты, который поступал бы таким образом: ведь новые опоры довольно дороги. Но проверять и при реальной необходимости заменять опоры следует обязательно, причем это должно быть сделано до проверки положения двигателя.

## Проверка и регулировка положения двигателя

Отдайте болты муфты гребного вала и разъедините ее фланцы (не забудьте пометить их, чтобы затем собрать в том же положении). Если в муфте есть эластичная вставка, снимите ее. Встречаются длинные гребные валы, не имеющие опорного подшипника и в результате немного прогибающиеся под действием собственного веса и веса фланца муфты. В этом случае для правильной проверки рассчитайте вес торчащей части вала с фланцем и подвесьте фланец в динамометре (пружинных весах, например, применяемых рыболовами), задав нагрузку в половину этого веса (рис. 10-20).

Прогиб небольших валов обычно хорошо ощущается рукой, что приводит к мысли зафиксировать вал в среднем положении, подложив под него подходящий деревянный брускок. Учтите только, что опора должна позволять валу вращаться.

**Предварительная проверка.** На одном из фланцев муфты должен иметься выступ, а на другом – ответная проточка. Сведите фланцы вместе и убедитесь, что выступ входит на свое место легко и без ощущения какого-либо препятствия. Если это окажется не так, валы заметно несоосны, и двигатель придется смещать до тех пор, пока фланцы муфты не начнут хорошо совпадать друг с другом (рис. 10-21A и 10-21B). При этом должны совпасть



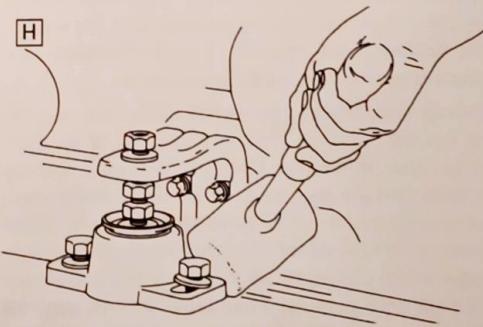
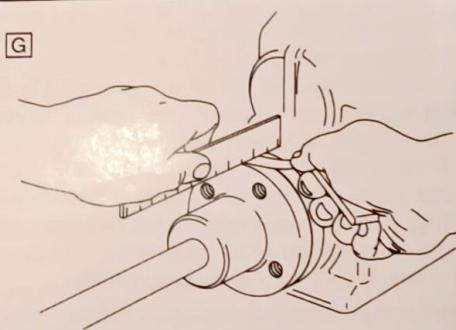
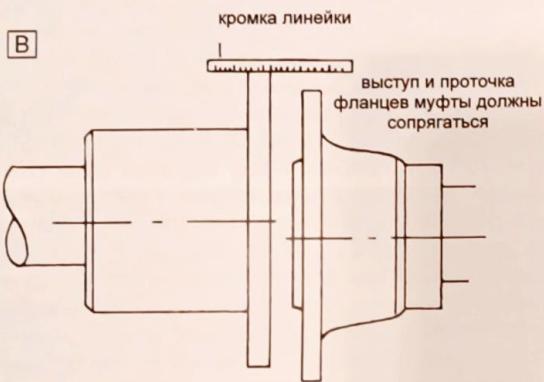
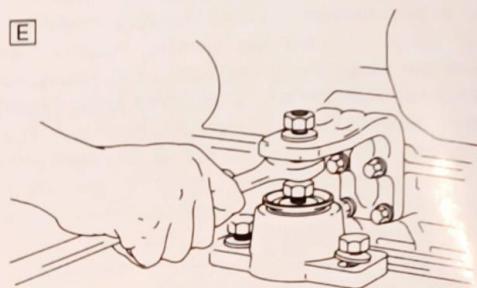
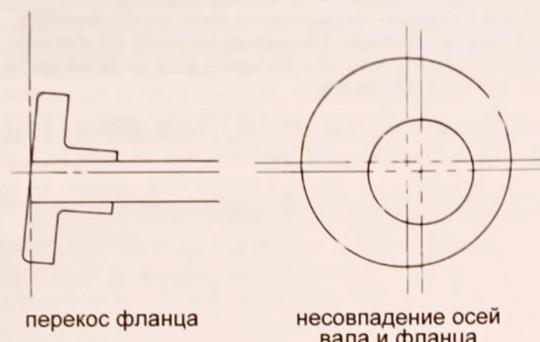
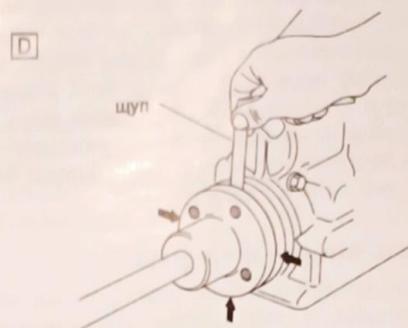
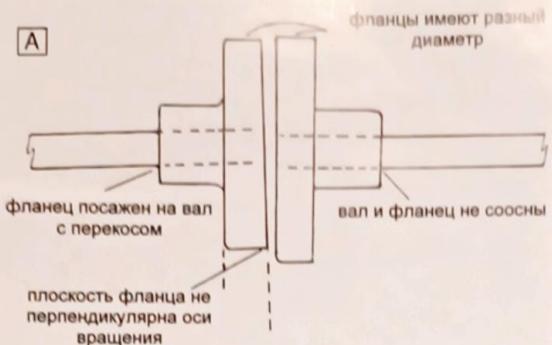
Рис. 10-20. Применение безмена для компенсации изгиба консольно закрепленного вала при регулировке положения двигателя. Натяжение подвески регулируют так, чтобы оно равнялось половине веса висящей части вала вместе с фланцем.

и внешние края (рис. 10-21C). Если один из фланцев несколько больше другого, это не даст выполнить несколько полезных тестов (см. ниже), но не является непреодолимой проблемой.

Будем считать, что ваши фланцы прилегают друг к другу хорошо. Теперь сведите их до соприкосновения и попробуйте сверху вставить в оставшуюся между сопрягаемыми поверхностями щель самый тонкий калибранный шуп. Если шуп проскальзывает, переходите к более толстым до тех пор, пока при вставке очередного шупа не почувствуете сопротивление. При этом не прилагайте усилий, чтобы не раздвинуть шупом фланцы, это испортит все дело. Заметьте толщину шупа. Теперь повторите эту процедуру со всех сторон фланца (рис. 10-21D). Разница между шириной щели (толщиной шупа) не должна превышать 0,1% от диаметра фланца, например, 0,06 мм при диаметре фланца 60 мм и 0,1 мм при диаметре 100 мм. При идеальной соосности фланцев вы вообще нигде не сможете вставить между ними шуп. На практике почти всегда существует какой-то перекос, соприкосновение происходит сначала в какой-то одной точке окружности, а во всех остальных остается щель, ширину которой можно измерить шупами.

Если разница в ширине щели оказалась больше 0,1%, попробуйте повернуть гребной вал с его фланцем на 180° (фланец на валу трансмиссии должен остаться в прежнем положении) и повторить проверку. В случае, если положение наибольшей ширины щели (например, сверху) не изменилось – установка двигателя требует регулировки. Если самая широкая щель также оказалась «повернута» на 180° – либо гребной вал имеет изгиб, либо плоскость фланца не перпендикулярна оси вала, либо имеют место оба этих дефекта. Для окончательного выявления и устранения проблемы вал и фланец придется снять и проверить уже в условиях мастерской.

Для регулировки положения двигателя его приходится смещать в ту или иную сторону до тех пор, пока соосность фланцев муфты не окажется в допустимых пределах. Некоторые двигатели име-



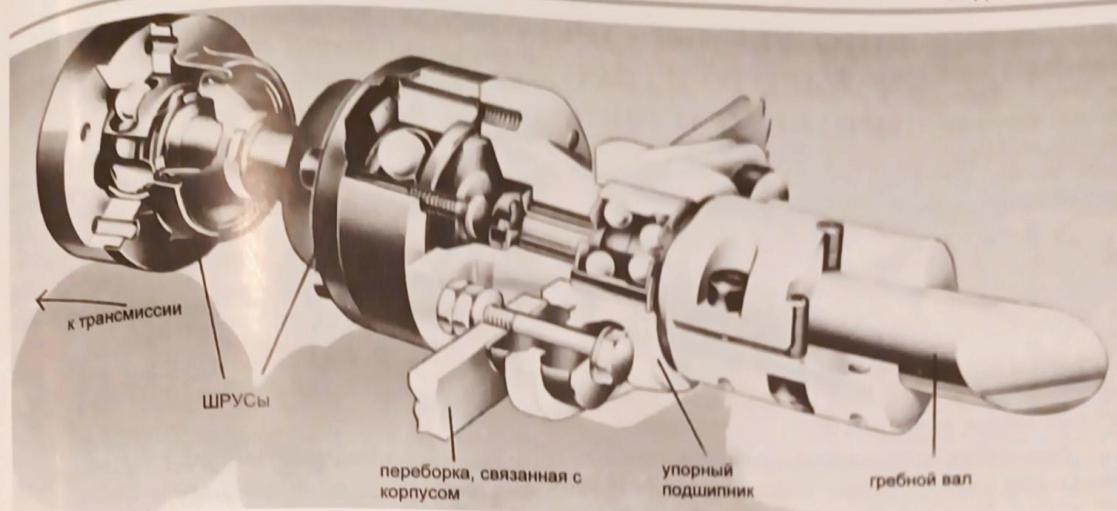


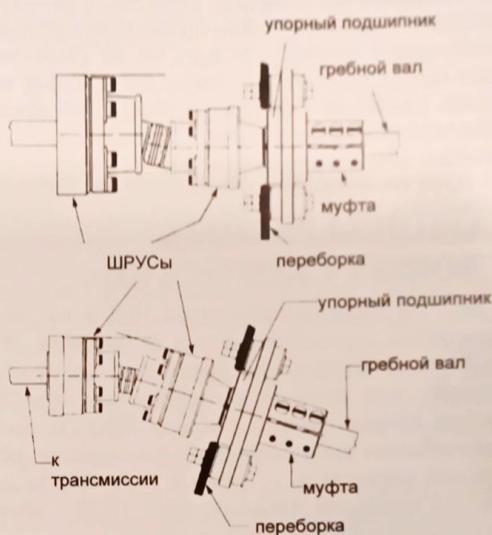
Рис. 10-22. Слева: ШРУС, аналогичный показанному устройству компании Aquadrive, компенсирует ошибки в положении валов. Внизу: как выглядит работа ШРУСа в случаях несоосности и пересечения осей вращения. (Aquadrive)

ют регулируемые опоры, что радикально упрощает эту задачу (рис. 10-21E), для остальных приходится подкладывать под опоры тонкие металлические пластины или ставить шайбы до тех пор, пока не будет получен требуемый результат. При этом учтите, что все опоры должны нести одинаковую нагрузку. В противном случае при затягивании установочных болтов появится риск нарушения геометрии блока двигателя, что чревато серьезной поломкой.

**Начальная настройка: вверх-вниз.** Если щель между фланцами сверху шире, чем внизу (рис. 10-21F), поднимайте передние опоры двигателя, пока ширина щели не станет одинакова. При этом будет происходить и поворот двигателя вокруг поперечной оси, проходящей через задние опоры; трансмиссия и фланец на ее выходном валу несколько уйдут вниз. Оси валов стали параллельны (щели между поверхностями фланцев одинаковы), но не совпадают: ось вала трансмиссии оказалась ниже. Теперь понадобится поднять все четыре опоры двигателя так, чтобы фланцы муфты снова оказались точно на одном уровне. Проверяйте это, прикладывая к фланцам сверху и снизу линейку или любую деталь с прямой кромкой (если фланцы отличаются по диаметру, такая проверка невозможна).

Если, наоборот, самая широкая щель оказалась внизу, нужно опустить переднюю часть двигателя, а затем, вероятно, и весь двигатель целиком (рис. 10-21G).

Рис. 10-21А – 10-21Н. Такие дефекты делают качественную регулировку положения двигателя невозможной (A). Для успешной регулировки фланцы должны быть посажены на свои валы строго перпендикулярно, их обращенные друг к другу поверхности не должны иметь перекосов, оба фланца должны иметь одинаковый диаметр. При наличии выступа на одном фланце и проточки на другом они должны совмещаться без усилий (B). Если они не совпадают и между фланцами остается широкая щель, выравнивание серьезно нарушено (C). Перемещая двигатель, следует добиться легкого соединения фланцев, после чего можно перейти к точной регулировке с применением калиброванных шупов (D). Опоры двигателя при необходимости можно приподнять выше или опустить (E). На фото (F) показан случай, когда наиболее широкая щель между фланцами оказалась наверху с некоторым смещением в сторону. Передние опоры двигателя необходимо приподнять и сместить в ту же сторону. Плоскости фланцев муфты станут параллельны, но появится осевое смещение: фланцы окажутся на разной высоте (G), и для выравнивания придется смещать уже весь двигатель (все опоры). Если опоры имеют с одной из сторон прорези для болтов, можно повернуть опору и подать двигатель в ту или иную сторону, ослабив болты и постукивая по опоре киянкой (H).



**Продолжение настройки: поворот в стороны.** Когда вы добьетесь одинаковой величины щелей и совпадения фланцев муфты по высоте, проверьте щели с боковых сторон. Если с одной из сторон щель окажется шире, надо разворачивать переднюю часть двигателя в эту сторону до тех пор, пока щели не станут одинаковы. Затем, проверяя взаимное положение фланцев прикладыванием линейки по бокам, смещать в соответствующую сто-

рону весь двигатель, добиваясь точной соосности. Это всегда бывает самая тяжелая часть работы, поскольку регулировочные приспособления для смещения двигателя в сторону практически никогда не предусматриваются. Приходится довольно грубо действовать рычагами, двигатель не шевелится, а потом сразу съезжает слишком сильно.

Если башмаки опор вашего двигателя прикреплены к днищу каждый двумя болтами, один из которых проходит через обычное отверстие, а второй – через прорезь, можете считать, что вам повезло. Чтобы подать двигатель в сторону, ослабьте болты опор и затем постукивайте по башмакам вдоль прорезей, заставляя опоры поворачиваться вокруг вторых болтов (рис. 10-21Н).

Теперь пора снова взяться за набор щупов и еще раз со всех сторон проверить щель между фланцами муфты. Если разница в пределах допуска 0,1% и при этом фланцы стоят соосно, затяните болты крепления двигателя и... проверьте его установку еще раз. К сожалению, затяжка болтов часто нарушает сделанную регулировку. Если это произошло, ослабляйте крепежные гайки по очереди и каждый раз повторяйте проверку. Бывает, что проблему вызывает одна-единственная гайка. Регулировка положения двигателя – процесс долгий и способный сильно испортить настроение. Терпение – вот лучший девиз для этого рабочего дня.

## ШАРНИРЫ РАВНЫХ УГЛОВЫХ СКОРОСТЕЙ

ШРУСы были разработаны в 1950-х г.г., когда появились переднеприводные автомобили. Эти устройства сопряжения вращающихся частей обеспечивают валу некоторую свободу перемещений в любом направлении. С тех пор ШРУСы были приспособлены для применения и в морских двигательных установках; отметим в этой области достижения компаний Aquadrive (рис. 10-22 – [www.aquadrive.net](http://www.aquadrive.net)) и PYI Inc (Python-Drive).

ШРУСы устанавливаются попарно. Вращение между узлами передает короткий вал с прорезями, которые входят в скользящее зацепление с прорезями втулок.

Все устройство монтируется между трансмиссией и гребным валом. Согласно данным фирм-производителей, ШРУС позволяет компенсировать несоосность валов до  $\frac{1}{2}$  дюйма (13 мм)! Включение реверса и появление на гребном валу направленной в корму тяги силы могло бы привести к «саморазборке» ШРУСа (вилочковый вал просто вывалился бы), поэтому вместе со ШРУСом ставится упорный подшипник, который и воспринимает упор вала в обе стороны. В свою очередь, этот подшипник крепится к прочной переборке, передающей тяговое усилие корпусу судна. ШРУС обеспечивает передачу вращения между несоосными валами – и ничего более. Благодаря этому двигатель можно установить на мягкой подвеске, устранив основную часть передаваемых корпусу вибраций. Таким образом, ШРУС не только позволит забыть о хлопотной проблеме регулировки положения двигателя, но и сделает работу двигателя тише, а плавание – комфортнее.

Обслуживания ШРУС не требует. Его подшипники снабжены смазкой и установлены в уплотненных резиновых рубашках. Но, поскольку все основные детали узла изготовлены из стали, следует внимательно следить, не появится ли коррозия, особенно когда в трюме есть вода. Если резиновые оболочки подшипников окажутся повреждены, их следует немедленно заменить. Наконец, хотя ШРУС и компенсирует большие ошибки соосности валов, срок службы узла будет больше, если вал и двигатель установлены более или менее правильно. Незначительная несоосность даже желательна: идеальное выравнивание приведет к ускоренному износу ШРУСа. Но, по-моему, рассуждения о возможности идеального выравнивания всей яхтенной силовой установки напоминают пустую болтовню.

## УПЛОТНЕНИЯ ВАЛА

Несколько страниц, которые были посвящены уплотнениям валов в предыдущих изданиях книги, вызвали больше всего читательских откликов. Очевидно, сальники заботят очень многих владельцев яхт. До сих пор на большинстве яхт применяются традиционные сальники, но все чаще встречаются механические и манжетные уплотнения.

## САЛЬНИКИ (НАБИВНЫЕ КОРОБКИ)

Какой бы вид ни имел сальник, в нем есть окружающая вал камера для мягкой набивки. Набивкой служит промасленная пакля или что-то подобное. После заполнения камеры этим материалом она закрывается плотно затягивающейся крышкой, кото-

рая, сжимая набивку, заставляет ее плотно обжать вал со всех сторон. Вода оказывается практически не в состоянии проникнуть вдоль вала через такой барьер (рис. 10-23А). Некоторые сальники имеют масленки; в них прямо под масленкой, а также между вторым и третьим кольцами набивки обычно ставятся бронзовые разделительные кольца, которые позволяют маслу растекаться вокруг, по всей полости (рис. 10-23В). Подача смазки (или один оборот масленки) должна делаться каждые 8 часов хода под мотором. Одно время сальники обычно крепили болтами к дейдвуду, этот жесткий узел часто включал и кормовой подшипник (рис. 10-24А). Сегодня в большинстве случаев применяют более мягкое соединение: сальник ставится на конце отрезка толстой резиновой трубы (муфты), в свою очередь надетой и закрепленной на внутрен-