

## Уплотнения дейдвудного устройства

**Назначение дейдвудного устройства** состоит в том, чтобы обеспечить необходимую **водонепроницаемость** корпуса судна, а гребному валу — одну или две **опоры**, воспринимать статические нагрузки от веса вала и винта и динамические от работы гребного винта в условиях различного погружения. Дейдвудные устройства морских судов подразделяются на две группы: с **неметаллическими** и **металлическими** вкладышами.

В качестве антифрикционного материала подшипника в первом случае применяется бакаут, текстолиты, древесно-слоистый пластик, резинометаллические и резиноэбонитовые сегменты, термопластические материалы (капрографит, капролон) и др.

У металлического подшипника с масляной смазкой вкладыши опорных подшипников заливаются баббитом.

**Условия работы дейдвудного устройства.** При эксплуатации судна в дейдвудном устройстве возникают постоянные и переменные нагрузки под действием сил и моментов, передаваемых гребному валу от гребного винта, которые вызывают напряжения в дейдвудных подшипниках и трубах. Двигатель передает на винт крутящий момент, который не является постоянным.

Периодические изменения крутящего момента в системе двигатель – валопровод - винт вызывают крутильные колебания. При совпадении частоты возмущающих сил с частотой собственных крутильных колебаний возникает условия резонанса, при которых усилия в деталях резко возрастают.

Значительные усилия наблюдаются и в околорезонансных зонах, когда происходит частичное совпадение частот. В диапазоне 0,85-1,05 расчетной частоты вращения вала наличие запретных резонансных зон не допускается.

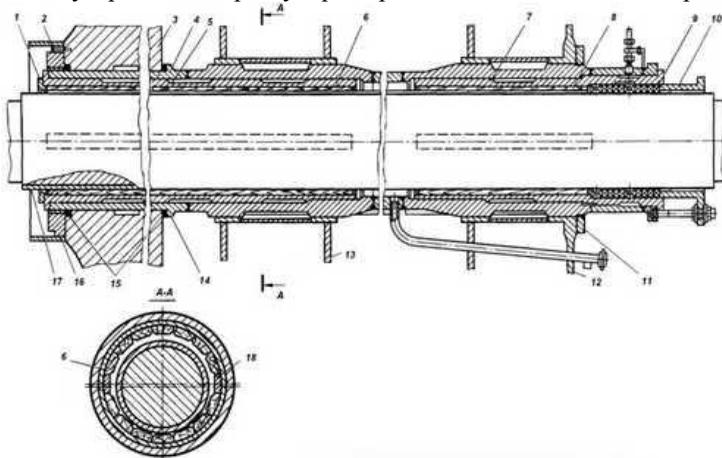
В процессе работы гребного винта на его лопастях возникают периодические возмущающие силы и моменты, которые воспринимаются дейдвудным устройством и передаются корпусу судна через его подшипники. Данные усилия возникают в результате изменения за один оборот винта его упора и тангенциальной силы сопротивления вращению каждой лопасти. При этом могут создаться условия, при которых частота возникающих усилий на винте совпадает с частотой собственных изгибающих колебаний валопровода, что приведет к резонансным колебаниям гребного вала и высоким напряжениям в его основных участках.

Суммарный изгибающий момент складывается из момента от массы винта, гидродинамического изгибающего момента и момента от инерционных усилий при изгибающих колебаниях валопровода.

**Гидродинамическая неуравновешенность гребного винта** возникает из-за различия по шагу каждой лопасти или при работе частично погруженного **винта**. При изготовлении лопастей их шаг отличается незначительно, но в процессе эксплуатации при поломке или деформации отдельных лопастей возникающие при этом силы могут привести к опасной для дейдвудных опор вибрации. При балластных переходах вследствие разницы упора создается дополнительный изгибающий момент, что приводит к значительной гидродинамической неуравновешенности и как следствие к повышенной вибрации корпуса судна.

Нагрузка от массы гребного вала и винта воспринимается дейдвудными подшипниками, которые также воспринимают построенную статическую неуравновешенность гребного винта. Максимальная часть нагрузки приходится на кормовую дейдвудный подшипник и его кормовую часть. В процессе эксплуатации могут возникнуть дополнительные нагрузки

на дейдвудное устройство при ударе гребных винтов о посторонние



предметы.

**Конструкция.** Дейдвудные устройства различных судов схожи по конструкции и состоят из дейдвудной трубы, внутри которой находятся подшипники, и из уплотнительного устройства, предотвращающего проникновение забортной воды внутрь судна. На рис. 1 показано дейдвудное устройство одновинтового судна с неметаллическими подшипниками, наиболее широко распространенное на морском флоте в прошлом. Носовой конец дейдвудной трубы 4 фланцем 11 прочно крепится к ахтерпиковой переборке 12, а кормовой конец вводится в яблоко ахтерштевня 3, уплотняется резиновыми кольцами 15 и затягивается накидной гайкой 16 со специальным стопором 2. Уплотнительная резина устанавливается между ограничительным буртом 14 дейдвудной трубы и яблоком ахтерштевня с носовой стороны и накидной гайкой и яблоком ахтерштевня с другой стороны для предотвращения проникновения забортной воды в пространство между дейдвудной трубой и яблоком ахтерштевня.

В районе выхода дейдвудной трубы внутрь судна ставится сальниковое уплотнение, которое включает набивку 9, установленную между валом и трубой, и нажимную втулку 10. К сальнику имеется доступ со стороны машинного отделения или тоннеля гребного вала. В средней части дейдвудную трубу поддерживают флоры 13, которые могут быть приварены к трубе или опираться на подвижную опору, как показано на рис. 1.

Внутри дейдвудной трубы установлены кормовая дейдвудная втулка 5 и носовая 7 с набранными в них бакаутowymi планками или его заменителем 6 и 8 по схеме "ласточкин хвост". От проворачивания дейдвудные втулки крепятся к трубе стопорными винтами, продольному смещению планок кормового подшипника препятствует кольцо 1. Для обеспечения надежной смазки и охлаждения подшипники принудительно прокачивают забортной водой, для чего в наборе из планок подшипника у их стыков предусмотрены

канавки для свободного прохода воды. В наборе бакаута **нижние планки имеют торцовое расположение волокон**, верхние - продольное (см. рис. 1, разрез А-А), так как нижние воспринимают большие удельные нагрузки. Между нижними и верхними планками из бакаута установлены латунные упорные планки 18, с помощью которых исключается их проворачивание в дейдвудной втулке. Для предохранения гребного вала от коррозионного воздействия забортной воды в районе дейдвудной трубы он имеет бронзовую облицовку 17 или защищен специальным покрытием.

Для изготовления дейдвудных труб применяется сталь, реже серый чугун марки СЧ 18-36. Они могут изготавливаться сварными или вкладными. В первом случае труба соединяется сваркой с яблоком ахтерштевня, флорами набора корпуса судна и ахтерпиковой переборкой, во втором - заводится в корпус судна с кормы или носа и крепится. Вкладные трубы изготавливаются литыми, сварно-литыми или ковано-сварными. Соединение дейдвудной трубы с яблоком ахтерштевня по длине в подавляющем большинстве цилиндрическое, а в отдельных случаях - коническое. Толщина стенки дейдвудной трубы должна быть не менее  $(0,1—0,15) dr$ , где  $dr$  — диаметр гребного вала по облицовке.

В целом яблоко ахтерштевня, дейдвудная труба, корпус и усиленная ахтерпиковая переборка должны представлять собой единую хорошо скрепленную жесткую конструкцию. Недостаточная жесткость этого узла, отсутствие жесткой связи трубы с флорами набора, наличие ослабленных посадок в соединениях дейдвудной трубы с яблоком ахтерштевня не обеспечивают надежной и безаварийной работы дейдвудных устройств, способствуют усилению вибрации кормовой части судна.

Опыт эксплуатации дейдвудных устройств крупнотоннажных судов показывает, что наиболее надежны в эксплуатации такие конструкции, которые обеспечивают не только жесткость узла, но и надежное сальниковое уплотнение, препятствующее попаданию забортной воды внутрь корпуса судна. При этом предпочтение должно быть отдано таким сальниковым устройствам, которые размещают в себе как основной, так и вспомогательный сальник, дающий возможность его перебивки на плаву без дифферентовки. Сальниковое устройство может быть установлено в носовой части дейдвудной трубы, как показано на рис. 1, либо иметь выносной

корпус.

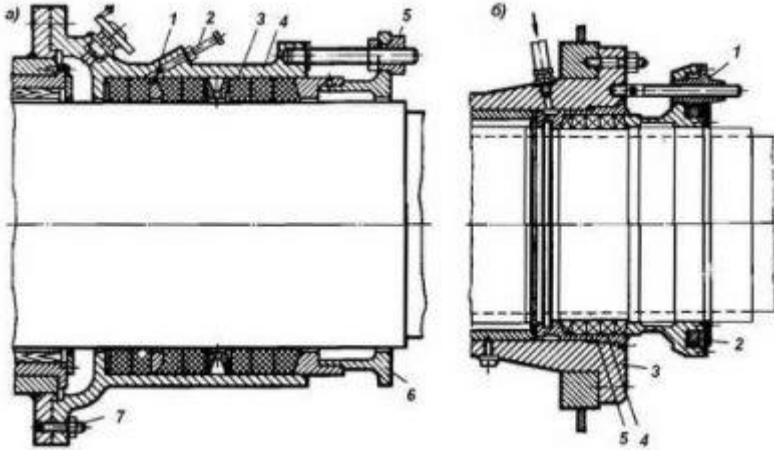
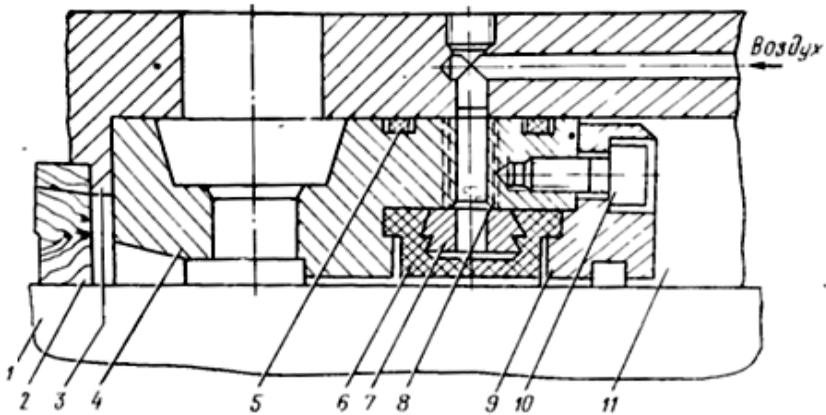


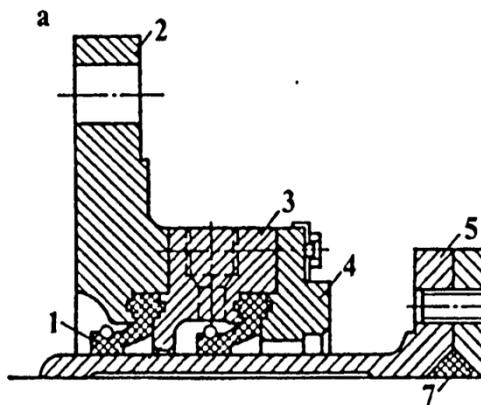
Рис. 2. Сальники гребных валов

Выносной сальник дейдвудного устройства (рис. 2, а) состоит из корпуса 4, который крепится к фланцу ахтерпиковой переборки при помощи шпилек 7. Внутри корпуса сальника находится набивка 3, которая уплотняется нажимной втулкой 6 с помощью гаек 5. Вспомогательный сальник может быть уплотнен специальным латунным кольцом 1, осевое перемещение которого обеспечивается одновременным поворачиванием трех латунных винтов 2.

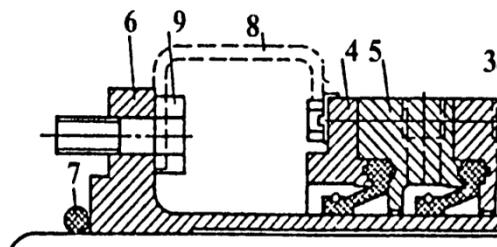
Конструкция выносного отдельно закрепляемого сальника нерациональна, так как перегружает дейдвудное устройство и сам сальник дополнительными нагрузками из-за нарушения центровки осевой сальниковой набивки и вала. Широкое распространение на судах получила конструкция сальника, показанная на рис. 2, б). Отдельная сальниковая втулка 5 вместе с набивкой 4 полностью утоплена в дейдвудную трубу 3, благодаря чему увеличивается жесткость уплотнения и улучшается работа сальникового узла. Равномерное поджатие сальника осуществляется вращением одной из шести ходовых шестерен 1, связанных между собой зубчатым колесом 2.



В рассмотренной конструкции, как и во многих других, не предусматриваются вспомогательные сальники и, следовательно, исключается возможность перебивки сальника на плаву без дифферентовки судна. В этом случае представляет интерес дополнительное уплотнение "Пневмостоп" (рис. 3) ледокола типа "Киев", которое устанавливается в кормовой части сальниковой коробки. В корпус носовой дейдвудной втулки вставляется до упора водораспределительное кольцо 4, которое уплотняется двумя резиновыми кольцами 5 и стопорится винтами. Водораспределительное кольцо имеет проточку для размещения в нем резинового кольца 6 (пневмостопа) с бронзовым внутренним кольцом жесткости 7. Пневмостоп закрепляется крышкой 9 и болтами 10, после которых расположено пространство для набивки сальника. При необходимости прекращения доступа воды в корпус нужно подать воздух под давлением по каналу в теле дейдвудной втулки внутрь фигурного резинового кольца пневмостопа, которое обожмет вал. При нормальной работе зазор между пневмостопом и гребным валом находится в пределах 3-3,5 мм, благодаря чему исключается их контакт.



б



#### Дейдвудное уплотнение «Симплекс-компакт»:

а — носовой сальник; б — кормовой сальник: 1 — уплотнительное кольцо; 2 — фланец; 3 — промежуточное кольцо; 4 — крышка; 5 — облицовочная втулка; 6 — зажимное кольцо; 7 — тороидное уплотнительное кольцо; 8 — бугель; 9 — болты

В случае применения в дейдвудных устройствах баббитовых подшипников возникает необходимость масляной смазки, что в свою очередь потребовало применение дейдвудных уплотнений предотвращающих попадание смазочного масла, как за борт, так и внутрь корпуса судна. Поэтому данный тип дейдвудных устройств имеет два уплотнения: наружное (кормовое) и внутреннее (носовое).

Дейдвудные уплотнения типа «Симплекс», «Симплекс-компакт» и «Цедерваль» применяют, когда дейдвудные подшипники залиты баббитом, а в качестве смазки используют смазочное масло. Они предназначены для уплотнения гребного вала при выходе его из дейдвудной трубы в кормовой и носовой частях и представляют собой манжеты из специальной

профилированной резины (витон, пербунан). Благодаря своей форме относительно эластичной по внутреннему диаметру и более жёсткой по наружному она позволяет уплотнить зазор между валом и дейдвудной трубой. Как правило, кормовой сальник включает три манжеты, а носовой — две. Для замены носового уплотнения наплаву имеется дополнительная надувная манжета («пневмостоп»).

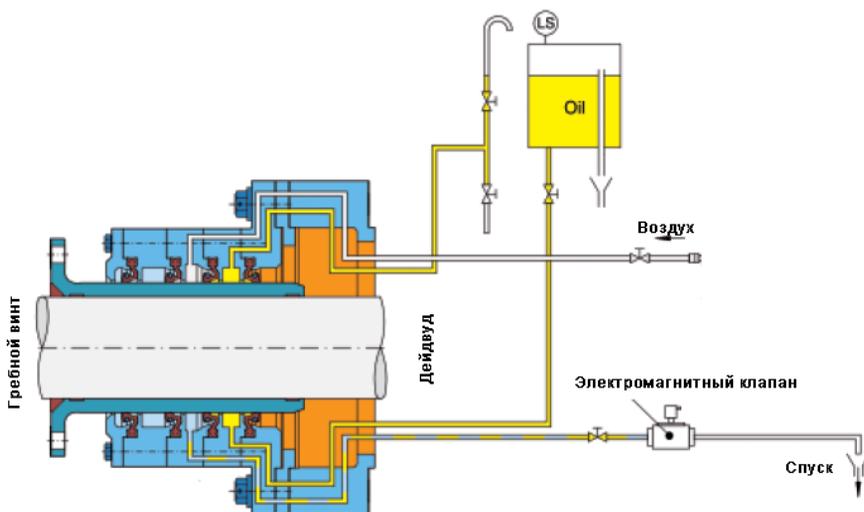
Схема системы смазки дейдвуда «LEAKPROOF»

- Е – верхний напорный танк
- А – нижний напорный танк
- В – бачок кормового уплотнения
- С – бачок нового уплотнения
- Д – сточный танк



Для смазки дейдвудных подшипников и обеспечения постоянного давления масла в дейдвудной трубе масляную цистерну устанавливают на высоте 0,3-0,5 м выше уровня забортной воды при максимальной осадке судна.

В целях снижения протечек масла в забортную воду в кормовое уплотнение некоторых типов дополнительно уплотняют воздухом.



Дефектоскопия дейдвудных уплотнений «Симплекс» включает:

- визуальный осмотр поверхностей втулок, корпусов, манжет, крепёжных деталей;

- измерение диаметров рабочих поверхностей втулок;

Манжеты подлежат замене при наличии трещин, деформаций, отвердения рабочих кромок, а также при потере упругих свойств.

Изнашивание рабочей поверхности уплотнений втулок устраняют их протачиванием или шлифованием. Допускается установка манжет на не изношенных участках за счёт смещения втулок в осевом направлении.

Смещение кормовой втулки производят путём протачивания торцевой поверхности фланца, носовой втулки — путём протачивания фланца корпуса и смещение его вместе с разъёмным кольцом.

При сборке уплотнений следует обеспечить плотное, без зазора (при снятой пружине) прилегание манжет к рабочей поверхности втулки. Величина натяга манжет должна быть не менее 0,5-0,7 мм. Если рабочая поверхность втулки подверглась механической обработке, то длину пружин манжет нужно уменьшить: из расчёта 3 мм на каждый миллиметр уменьшения диаметра втулки.

В настоящее время более чем 95% судов используют дейдвудные устройства подобного типа (Симплекс, Цедерваль)

Преимущества:

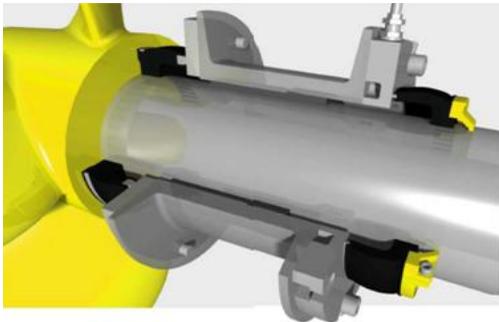
- Более длительный срок службы (10-15 лет вместо 2,5-4 лет).

- Способность выдерживать большие нагрузки

- Возможность контролировать состояние подшипников (температура, анализ масла)

Недостатки:

Загрязнение окружающей среды (рабочие (10 000 м<sup>3</sup> в мире в год) и аварийные протечки масла),



### 1. Торцевое уплотнение.

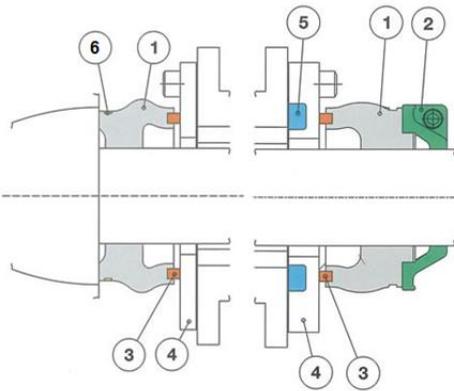
Уплотнение состоит из 2 –х частей: вращающейся и неподвижной. Основу вращающейся части составляет упругий резиновый элемент в форме колпака. Упругий элемент крепится к валу с помощью зажимного кольца (2) и вращается вместе с ним. В

противоположный торец упругого элемента вставлено антифрикционное кольцо, имеющее отшлифованную наружную поверхность.

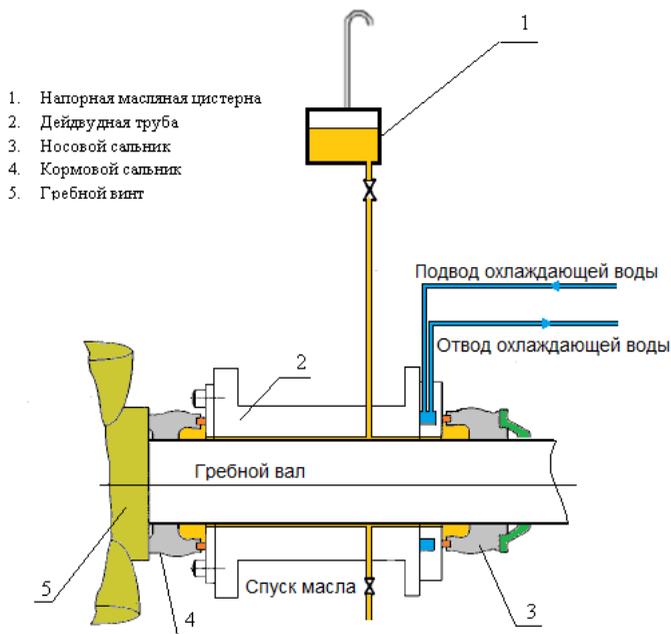
Вращающиеся части:

- 1 – упругий элемент
- 2 – зажимное кольцо
- 3 – антифрикционное кольцо
- 6 - бандаж

Неподвижная часть - 4 – фланец (седло) с кольцевой полостью охлаждения (5)



Антифрикционное кольцо, своей отшлифованной поверхность упирается во фланец, играющий роль посадочного места антифрикционного кольца и имеющий также отшлифованную поверхность. Фланец крепится в районе выхода гребного вала из дейдвудной трубы к ахтерштевню (кормовое уплотнение) и переборке ахтерпика (носовое уплотнение). Уплотнение происходит за счет сжатия упругого элемента. Усилие сжатия строго регламентировано и создается при монтаже уплотнения. Сжатие кормового уплотнения задается ступицей гребного винта, носового - специальным приспособлением до обжатия зажимного кольца. Фланец носового уплотнения имеет полость для охлаждения. Охлаждение осуществляется водой.



Система смазки и охлаждения дейдвудного устройства

### **Свойства и преимущества торцевого уплотнения**

Затраты на эксплуатацию ниже чем у других уплотнений.

Гасит вибрацию и радиальные перемещения вала.

Исключен износ вала и его облицовки

Простота установки.

Легкость в обслуживании.

Смазываемые водой уплотнения снабжаются надувным уплотнением, которое может быть приведено в действие давлением воздуха или жидкости.

Аварийное надувное уплотнение также позволяет инспектировать и обслуживать носовое уплотнение, когда судно наплаву, тем самым исключить докование.

Кормовое уплотнение очень прочно и поэтому более защищено от повреждения тросами, сетями и т.д. чем уплотнение с манжетами.

Уплотнение может быть использовано с ВРШ и ВФШ и прекрасно работает как с масляной, так и водяной смазкой.

Имеется многолетний успешный опыт на подруливающих устройствах всех типов и используется как стандарт ведущими производителями этого оборудования и одобрено большинством квалификационных обществ.