### Курсовая работа

по дисциплине “Технология судоремонта”.

## Оглавление

Оглавление

Задание

1. Технология пробивки теоретической оси валопровода

2. Сборочные единицы крепления ДВС

3. Технология монтажа главного двигателя

4. Центровка валопровода по нагрузкам на подшипники

Библиографический список

# Задание на 10 вариант

Составляющие размерной цепи

|  |  |
| --- | --- |
| Составляющие размерной цепи | Размер, мм |
|  | 7000±2 |
|  | 2500±1,5 |
|  | 1900±1 |
|  | 1600±1 |
|  | 400±0,5 |

Данные для расчета сборочных единиц крепления ДВС

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вес меха-низма  , кН | Мощ-ность ДВС,  кВт | Пло-щадь прок-ладки  ,  м210–4 | Диа-метр стер-жня болта  , мм | Внутрен. диаметр резьбы болта  , мм | Уси-лие от упора греб. винта  , кН | Расст. от ц.т. судна до ц.т. меха-низма  , м | Момент в плос-кости креп-ления  , кНм | Размеры расположения болтов | | | Общее кол-во болтов и прок-ладок  , шт |
| , м | , м | , м |
| 100 | 440 | 50 | 24 | 20,75 | 44 | 2,6 | 5,2 | 2,96 | 1,02 | 0,37 | 18 |

**1. Технология пробивки теоретической оси валопровода**

В зависимости от конструкции валопровода, основной характеристикой которого является его длина, применяют несколько способов центровки теоретической оси валопровода как при постройке, так и при ремонте судов.

Под длиной валопровода подразумевается расстояние от кормового подшипника главного судового дизеля до дейдвудной опоры.

Положение теоретической оси валопровода определяется центрами мишеней, установленных по плазовым координатам при постройке судна и материализованных на ремонтируемом судне положением дейдвудной трубы, а также отверстием на носовой переборке машинного отделения или положением фланца главного дизеля.

Теоретическую ось валопровода пробивают с помощью стального стеклиня или светового луча оптического прибора.

Теоретическая ось может быть материализована тонкой стальной проволокой (стеклинь), натянутой подвешенным на конце ее грузом.

Необходимое усилие  натяжения стеклиня зависит от его диаметра .

Пробивку оси с помощью стального стеклиня допускается производить для валопроводов длиной не более 15 м, причем необходимо учитывать провисание стеклиня от собственного веса.

Провисание струны  , мм, можно определить по формуле В. К. Качурина:

,

где  – ускорение свободного падения, м/с2;

 – масса одного метра струны, кг;

 – расстояние до ближайшей точки закрепления струны, м;

 – длина струны, м;

 – сила для натяжения струны, Н.

Более точно теоретическая ось может быть пробита при помощи оптического прибора или светового луча.

Первая пробивка световой линии производится для проверки положения фундаментов под главные машины и подшипники валопровода, а также положения кронштейнов и мортир на двухвинтовых судах или яблоках ахтерштевня на судах с одновальной установкой.

За исходную базу при пробивке световой линии принимают геометрическую ось дейдвудной трубы при одновальной или кронштейна гребного вала при двух- и при трехвальной установках.

Второй базовой точкой, через которую проходит ось валопровода, является точка, нанесенная на носовой переборке машинного отделения во время постройки судна (рис. 1) по данным теоретического чертежа с плаза.

Для того, чтобы сохранить положение этих базовых точек на мортире или яблоке ахтерштевня, во время постройки наносят контрольную окружность, по которой можно восстановить положение оси валопровода. Аналогичным образом при постройке наносят окружность на носовой переборке машинного отделения для тех же целей.

В случае отсутствия указанных контрольных окружностей за базы принимают центр кормового отверстия дейдвудной трубы и центр носового коренного подшипника главного дизеля или в отдельных случаях центр носового отверстия дейдвудной трубы. Перед пробивкой световой линии выверяют положение корпуса судна на кильблоках и устанавливают неподвижные указатели (реперы), по которым ведут наблюдение за деформацией корпуса во время ремонта валопровода.

На всех поперечных переборках, в опорных подшипниках, в отверстиях кронштейна гребного вала, в кормовом и носовом подшипниках дейдвудной трубы устанавливают деревянные шторки с отверстием в середине диаметром 50–70 мм. Торцы кронштейна, мортиры и поверхность переборок в районе прохождения вала покрывают меловой краской.

Отверстия деревянных шторок закрывают раздвижными мишенями. При помощи этих мишеней можно передвигать положение отверстия.

После установки мишеней натягивают стеклинь, который пропускают через отверстие на носовой переборке машинного отделения, через отверстие шергеня у мортиры для одновальной установки или у кормового шергеня за кронштейном гребного вала при двухвальной установке и сквозь щели мишеней. Шергенем называется неподвижная стойка с отверстием, центр которого лежит на теоретической оси валопровода.

Стеклинь в данном случае используют только как средство, облегчающее установку мишеней по горизонтали. После удаления стеклиня на носовую переборку машинного отделения или за кормовой шергень устанавливают электрическую лампочку мощностью 300–500 Вт, с точечным накалом, свет которой виден через кормовой шергень. Мишени устанавливают по свету, при этом отверстие обычно не превышает 0,75–1,00 мм.

Пробивку световой линии считают законченной, когда через отверстия всех мишеней будет уловлен световой луч, который исходит от источника света, расположенного за носовой машинной переборкой.

Используя отверстия мишеней как центры подшипников, соответствующих оси валопровода, с помощью циркуля производят их разметку.

Разметку наносят на торцевые поверхности вкладышей или на корпус подшипников в виде контрольных окружностей.

Одновременно проверяют контрольные окружности на торцах мортиры, кронштейнов и переборках.

После разметки и нанесения рисок вторично проверяют световую линию с целью установления того, что мишени при нанесении рисок не сбиты. Проверку световой линии и ее предъявление для контроля производят ночью, когда выравнивается температура всех металлических частей корпуса.

После производства расточки отверстий кронштейна гребного вала, дейдвудной трубы и т. д. может быть произведена контрольная проверка оси валопровода путем установки по центрам расточенных отверстий мишеней и пробивки ее по свету.

Пробивка осей валопровода с помощью света имеет недостаток, заключающийся в рассеивании (дифракции) лучей света при прохождении его через мишени.

При прохождении света через две мишени поле света имеет значительные размеры, а улавливание луча «на яркость» зависит от положения наблюдателя и то субъективных качеств его зрения.

Для пробивки осей валопроводов применяют также различные оптические приборы, к которым относятся коллиматор с телескопом, нивелир и визирная труба стандартных геодезических приборов. Нивелир находит применение для пробивки осей валопроводов с внутренним сверлением.

В основу использования коллиматора заложен способ определения геометрической оси валопровода с помощью линз и сферических зеркал. Вместо коллиматора в настоящее время применяют более простую визирную трубу.

При пробивке световой линии на расстоянии, не превышающем 25 м, рекомендуется применять визирную трубу теодолита марки Т-5, при больших расстояниях – визирную трубу прецизионного нивелира марки НА-1.

Основными узлами визирной трубы (рис. 2) являются: объектив *3*, фокусирующая линза *4*, сетка с перекрестием штрихов *5* и окуляр *6.*

Если перед объективом на каком-либо расстоянии  поместить прозрачную мишень *2* с нанесенными на ней делениями и осветить ее электрической лампочкой *1*, то, наблюдая через окуляр, можно видеть на прозрачной сетке визирной трубы деления прозрачной мишени. В том случае, когда мишень находится на одной оси с визирной трубой и перпендикулярна ей, штрихи делений мишени и перекрестие сетки совместятся в центре мишени.

При размещении электрической лампочки перед окуляром можно спроектировать перекрестия сетки на мишени, расположенную на расстоянии  от визирной трубы.

Этим и отличаются между собой два способа центровки валопроводов с помощью визирной трубы. Следовательно, по первому способу проектирования непосредственно наблюдают мишень в окуляр трубы, а по второму – перекрестие сетки визирной трубы на мишени.

В первом случае мишени можно изготовлять из органического стекла для лучшей наводки на них визирной трубы. Но чаще применяют металлические мишени с белой матовой поверхностью, освещаемой лампой мощностью 40 Вт.

Лампа имеет рефлектор, предотвращающий непосредственное попадание лучей света в объектив визирной трубы. Во втором случае визирную трубу дополнительно снабжают проекционной насадкой. Точность, достигаемая первым способом, несколько выше, чем вторым.

Если установить визирную трубу на кормовой шергень таким образом, чтобы ось трубы проходила в центре ближайшей мишени, выверенной по контрольным рискам на мортире, дальняя же мишень была бы установлена на базовой точке, отмеченной на носовой переборке, то в том случае ось визирной трубы будет соответствовать направлению оси валопровода. Используя другие мишени, можно зафиксировать положение оси валопровода в необходимых поперечных сечениях (переборки, подшипники и т. д.).

В настоящее время для центровки теоретической оси валопровода на крупных заводах стали применять точные оптические приборы для проверки прямолинейности, плоскостности и соосности, такие, например, как оптические струны ДП-477, ППС-11, ДП-725 или автоколлимационная оптическая струна ОС-ЗМ.

Оптическая струна ДП-477 предназначена для установки в прямую линию (оптическую ось), а также для измерения отклонений от прямолинейности на больших расстояниях.

Оптическая струна состоит из двух отдельных элементов (рис. 3) – светящейся точечной марки *I* и визирной трубы *II.*

Нить лампы *1* проектируется коллектором *2* на точечную диафрагму *3*. Эта часть оптической схемы образует точечную марку *I*. Марка снабжена пятью точечными диафрагмами с диаметрами: 0,01; 0,02; 0,05; 0,1 и 0,5 мм. Вторая часть оптической схемы образует визирную трубу *II*. Она состоит из сферического мениска *5* и наблюдательного микроскопа *III.*

Для удобства работы ход лучей в микроскопе изломан с помощью призмы *9*. Изображение диафрагмы *3* точечной марки *I* с тем или иным увеличением в зависимости от дистанции проектируется объективом *6* в предметную плоскость микроскопа *III.* Микрообъектив *6* переносит изображение в плоскость окулярной сетки *8,* где оно рассматривается через окуляр *7* глазом наблюдателя.

Плоскопараллельная пластина *4* является оптическим компенсатором; наклоны ее позволяют измерять смещение точечной диафрагмы *3* с оптической оси. Принцип действия прибора заключается в следующем. Перемещают марку и, если последняя имеет отступления от прямолинейности, точечная диафрагма *3* смещается с оптической оси. Это вызывает смещение изображения точечной диафрагмы в предметной плоскости микроскопа *III* и в плоскости сетки *8*. Таким образом, отступление от прямолинейности в конечном итоге наблюдается как смещение изображения точки относительно перекрестия окулярной сетки. Вращение микровинта (на схеме не показано), барабан которого имеет цену деления, равную 0,001 мм, совмещают наклоном пластины *4* изображение диафрагмы со штрихом сетки и отсчитывают по барабану винта величину отступления от прямолинейности в данной точке в микрометрах.

При пробивке теоретической оси валопровода с помощью оптического прибора его установка должна осуществляться при помощи приспособления, конструкция которого позволяет изменять положение прибора при его центрировании по базовым мишеням.

Если на носовой и кормовой переборках машинного отделения зафиксированы точки, через которые проходит ось валопровода, то, очевидно, совмещая ось вала главного дизеля с линией, соединяющей эти точки, можно с достаточной точностью смонтировать главный дизель на машинном фундаменте.

**2. Сборочные единицы крепления ДВС**

2.1. Определение размеров прокладок при монтаже ДВС

Прокладки или клинья должны обеспечить надежное крепление и минимальную трудоемкость монтажа механизмов. Эти требования для одного и того же механизма могут быть удовлетворены при различных конструкциях и материалах прокладок. Окончательный выбор определяется технологичностью конструкции компенсирующего звена и техническими возможностями завода – строителя судна.

При выборе материала основное значение имеет неизменность механических характеристик и формы прокладок под нагрузкой при различных температурных условиях эксплуатации. Размеры прокладок выбирают, исходя из удельного давления от веса механизма и усилия затяжки фундаментных болтов. При расчете вначале числом и площадью прокладок, а затем проверяют на удельное давление правильность выбора.

Удельное давление на прокладку, МПа, от веса механизма:

,

где  – вес механизма, Н;

 – число прокладок;

 – площадь прокладки, м210–6.



Удельное давление на прокладку , МПа, от усилия затяжки фундаментных болтов:

,

где  – усилие затяжки болта, Н.

Усилие затяжки:

,

где  – напряжение от затяжки болта, МПа;

 – предел текучести материала болта, МПа: для стали 45  МПа;

 – площадь поперечного сечения болта, м210–6;

 – внутренний диаметр резьбы болта, м10–3.









Суммарное удельное давление , МПа, на прокладку:



не должно превышать допускаемого значения , выбираемого в зависимости от материала лап фундамента механизма и типа прокладок.



Принимаем: материал прокладки – пластмасса на основе эпоксидной смолы;

материал остова – чугун.

Тогда  МПа.

 – условие выполняется.

2.2. Определение массы пластмассовой прокладки

Наиболее технологичные пластмассовые прокладки исключают обработку фундаментов, точные измерения и трудоемкую пригонку прокладок по месту на судне. Пластмассы имеют достаточно высокие прочностные характеристики и незначительную усадку, что позволяет применять их при монтаже центруемых и отдельно устанавливаемых механизмов. Применяются пластмассы на основе эпоксидно-диановой смолы марки ЭД5: пластмасса ФМВ (формуемая, малоусадочная, волокнистая), пластмасса ЖМ250 (жидкотекучая, малоусадочная, 250% железного порошка к массе эпоксидной смолы) – и пластмассы на основе бакелита БКД (бакелит, контакт Петрова, древесные опилки).

Пластмасса ФМВ имеет минеральные волокнистые наполнители и используется для установки центруемых главных и вспомогательных механизмов: ДВС, турбогенераторов, рулевых машин, шпилей и т. д.

Пластмасса ЖМ250 включает в себя порошкообразный металлический наполнитель. Предел прочности пластмассы ЖМ250 невысокий (50–90 МПа), но она обладает важным свойством в неотвержденном состоянии – жидкотекучестью. Это позволяет заливать ее в объемы различной формы, например кольцевые зазоры между втулкой и отверстием кронштейна гребного вала.

Пластмасса ЖМ150ПК имеет минеральный наполнитель – пылевидный кварц в количестве 150% к массе эпоксидной смолы. Пластмасса обеспечивает водонепроницаемость соединения и имеет повышенную адгезию с металлом. Применяется в узлах крепления кронштейнов валопровода к корпусу судна.

Пластмасса БКД с органическим наполнителем отличается низким пределом прочности и большой линейной усадкой, что ограничивает область ее применения.

Благодаря небольшой стоимости пластмасса БКД широко применяется при монтаже нецентруемого оборудования, например шпилей, лебедок, насосов.

Выбираем пластмассу ФМВ на основе эпоксидной смолы ЭД5.

Состав пластмассы, вес.ч: ЭД5 – 3;

полиэтилен-полиамин – 0,45;

дибутилфталат – 0,3;

стекловолокно – 1,0;

асбестовое волокно – 1,0.

Общее количество пластмассы , кг, для заполнения определенного объема определяют по формуле:

,

где – коэффициент, учитывающий выход пластмассы через зазоры, отверстия и выпор: ;

 – количество прокладок;

 – площадь прокладок, м2;

 – толщина прокладки, м: ;

 – плотность пластмассы, кг/м3: плотность пластмассы ФМВ .



Сумма весовых частей всех компонентов пластмассы ФМВ:

.

Масса одной весовой части , кг:

.

Масса каждого компонента пластмассы , кг:

.









2.3. Расчет количества призонных болтов при монтаже ДВС

Крепление судовых механизмов на судовом фундаменте обычно состоит из простых болтов и призонных цилиндрических болтов.

Крупногабаритные дизели, рулевые машины и другие механизмы дополнительно имеют бортовые упоры, которые разгружают основное крепление от сдвигающих нагрузок. Простые болты обычно изготовляют из углеродистой конструкционной стали 20, и призонные – из стали 45.

Отверстия для призонных болтов должны быть изготовлены с отклонением Н6 (Н7) и иметь шероховатость не грубее 7-ого класса, т. е.  мкм. После сверления отверстия дополнительно обрабатывают черновыми и чистовыми развертками. Призонные болты изготавливаются индивидуально для каждого отверстия. Стержень болта обрабатывается по фактическому диаметру отверстия после чистовой развертки с допускаемым отклонением, обеспечивающим плотную посадку и шероховатость не грубее мкм.

В плоскости крепления при эксплуатации действуют следующие нагрузки.

Усилие от динамических нагрузок , кН, пропорциональное земным ускорениям (удары, сотрясения при аварийных ситуациях и т. д.):

,

где  – коэффициент перегрузки, значение которого выбирается в зависимости от массы и частоты колебания оборудования: ;

 – вес механизма, кН.



Усилие от упора гребного винта или напряжения троса  кН.

Усилие от веса механизма при крене судна , кН:

,

где  – угол крена судна.



Усилие от инерционных нагрузок при бортовой качке судна , кН:

,

где  сек, период качки судна;

 – расстояние по высоте от центра тяжести механизма до центра тяжести судна, м.



Усилие от момента, который возникает при работе механизма и стремится повернуть его вокруг центра крепления болтов, , кН:

,

где  – нагрузка наиболее удаленного от центра крепления и нагруженного болта, кН;

 – число всех болтов.

Нагрузку  рассчитывают по формуле:

,

где  – момент, действующий в плоскости крепления, кНм;

 – расстояния от оси болта до центра крепления, м;

 – количество болтов на соответствующих радиусах.

 вычислим по теореме Пифагора:

,

где  и  – размеры расположения болтов, м.















Геометрическая сумма всех векторов усилий, приведенных к центру крепления, определяет расчетное значение эксплуатационной нагрузки , кН:

.



Для обеспечения неподвижности оборудования необходимо, чтобы эксплуатационные нагрузки, сдвигающие механизм в плоскости крепления были в 2 раза меньше силы сопротивления призонных болтов срезу.

Сила трения от затяжки болтов , кН:

,

где  – коэффициент трения: .



При определении сопротивления  призонных болтов срезу считается, что они несут половину нагрузки болтового соединения, кН:

,

где  МПа – допускаемое напряжение на срез для стали 45;

 – площадь сечения болта по стержню, м210–6;

 – число призонных болтов.



Тогда, если условие неподвижности механизма , то число призонных болтов:

.



Таким образом, число призонных болтов – 4.

2.4. Установка призонных болтов

Посадку призонных болтов выполняют предварительным охлаждением или непосредственной запрессовкой. Первый способ более совершенен. В этом случае исключаются задиры и уменьшение натяга из-за среза и смятия микронеровностей, характерных для запрессовки болтов.

Температура охлаждения болта, , °С, обеспечивающая его свободную установку:

,

где  – температура окружающей среды, °С;

 – фактический натяг напряженной посадки, м;

 – зазор для установки болта, м;

 – коэффициент линейного сжатия материала болта, 1/°С;

 – диаметр болта при температуре окружающей среды.



В качестве охлаждающей среды целесообразно применять жидкий азот. Охлаждение производят в ваннах, в которые заливают азот из сосудов Дьюара.

Температуру охлаждения контролируют по времени охлаждения. Время охлаждения до °С составляет 5 сек, а до °С – 12 сек на 1 мм диаметра болта.

Момент затяжки фундаментных болтов , Нм10–6:

.



**3. Типовой технологический процесс монтажа главного двигателя**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № опе-ра-ций | Наименование и содержание операции | Технологические требования | Оборудование, приспособления, инструмент |
| 000 | Подготовка фундамента 1. Очистить фундаментные поверхности от ржавчины | Очистить опорные поверхности до металлического блеска | Пневматическая шлифовальная машина ШМ 25–50 |
|  | 2. Проверить наличие разметочных рисок на фундаменте визуально | Установочные риски должны быть нанесены параллельно плоскости мидель-шпангоута |  |
|  | 3. Проверить установку фундамента относительно теоретической оси валопровода и кормовой поперечной переборки МО | Смещение оси фундамента к оси линии вала не более ±8 мм; отклонение расстояния от опорных поверхностей фундамента до оси линии вала по высоте не более +10, –3; допустимое отклонение расстояния фундамента от поперечной переборки ±10 мм | Шергень, мишени, струна, шланговый уровень, рулетка |
|  | 4. Обработать платики | Шероховатость поверхности платика, прилегающей к полке фундамента = 40 мкм | Вертикально-фрезерный станок |
|  | 5. Установить и приварить платики к опорной поверхности фундамента | Плоскость опорной поверхности: щуп толщиной 0,05 мм не должен проходить между проверяемой поверхностью и линейкой; разрешается местное прохождение щупа толщиной до 0,1 мм в 2-х местах | Сварочный аппарат, струбцины, поверочная линейка, комплект щупов |
| 005 | Погрузка двигателя 1. Установить на фундамент деревянные брусья |  | Брусья деревянные |
|  | 2.Снять оборудование, приборы, трубы, установленные в МО и мешающие погрузке | Отверстия на трубопроводах, оборудовании должны быть закрыты заглушками | Технологические заглушки |
|  | 3. Установить погрузочное приспособление и погрузить двигатель в МО | Погрузку выполнять такелажниками под руководством мастера монтажного участка | Погрузочное приспособление, кран, стропы, мерная рейка |
| № опе-ра-ций | Наименование и содержание операции | Технологические требования | Оборудование, приспособления, инструмент |
| 010 | Подготовка двигателя к базированию  1. Установить на фланец коленчатого вала маховик (если он снимался) и вал-проставыш | Биение торцевое маховика или вала-проставыша не более 0,05 мм | Таль, ключи гаечные |
|  | 2. Установить на фундамент отжимные приспособления, на двигатель – отжимные болты |  | Сварочный аппарат, отжимные приспособления, домкраты |
|  | 3.Установить на фланец вала-проставыша оптический прибор ППС-11 |  | Кронштейн для прибора ППС-11, прибор ППС-11 |
| 015 | Базирование двигателя  1. Совместить поперечные риски фундаментной рамы двигателя и фундамента | Несовпадение рисок не более ±1 мм | Отжимные приспособления |
|  | 2. Установить двигатель строго горизонтально | Крен не должен превышать ±1 мм на 1 м ширины остова | Отжимные болты, уровень шланговый |
|  | 3. Центровать предварительно двигатель по теоретической оси валопровода оптическим методом | Смещение осей не более 0,7 мм, излом не более 0,15 мм/м | Мишени, отжимные приспособления, оптический прибор ППС-11 |
|  | 4. Сверлить отверстия в фундаменте по лапам двигателя |  | Струбцины, машина сверлильная, сверло |
|  | 5. Проверить раскепы коленчатого вала двигателя | Раскеп устанавливается заводом-изготовителем двигателя | Индикаторный прибор для измерения раскепов |
|  | 6. Временно закрепить двигатель на технологических болтах |  | Ключ гаечный |
| 020 | Монтаж валопровода |  |  |
| 025 | Центровка дизеля  1. Снять технологические болты |  | Ключ гаечный |
|  | 2. Отцентрировать двигатель по оси смонтированного валопровода окончательно по изломам и смещениям осей | Смещение осей не более 0,10 мм, излом не более 0,15 мм/м | Стрелы с индикаторами, отжимные приспособления |
| № опе-ра-ций | Наименование и содержание операции | Технологические требования | Оборудование, приспособления, инструмент |
| 030 | Крепление двигателя на фундаменте  1. Измерить расстояние между опорными поверхностями платиков фундамента и двигателем, подрезать сферические прокладки по месту |  | Нутромер индикаторный, станок токарный |
|  | 2. Установить сферические прокладки, прихватить прокладки между собой и платиком | Щуп толщиной 0,05 мм не должен проходить между прокладками, лапой двигателя и фундаментом на 0,66 периметра прокладки | Сварочный аппарат, комплект щупов |
|  | 3. Сверлить отверстия в фундаменте по лапам двигателя |  | Струбцины, машина сверлильная, сверло |
|  | 4. Развернуть отверстия для призонных болтов | Отверстия с отклонениями Н6 (Н7) | Струбцины, развёртка черновая, развёртка чистовая |
|  | 5. Подрезать полки фундамента и лапы двигателя | Шероховатость подрезанных поверхностей Rz 80, глубина подрезки не должна превышать 10% толщины лапы двигателя и полки фундамента | Приспособления для подрезания, зенковки |
|  | 6. Установить и закрепить простые и призонные болты. Затяжку крепёжных болтов производить по правилу “крест-накрест” | Посадочные части призонных болтов обработать по фактическим диаметрам развёрнутых отверстий с допусками, обеспечивающими напряжённую посадку по (6) 7 квалитету. Щуп 0,05 мм не должен проходить под гайку и головки простых болтов | Ключ гаечный, динамометрический ключ, комплект щупов |
|  | 7. Проверить раскепы коленчатого вала | Коренные шейки коленчатого вала должны прилегать к вкладышам коренных подшипников | Индикаторный прибор для измерения раскепов |
|  | 8. Маркировать призонные болты и прокладки |  |  |
| 035 | Контрольная  1. Проверить центровку двигателя с валопроводом после спуска судна на воду |  | Стрелы индикаторные |
| № опе-ра-ций | Наименование и содержание операции | Технологические требования | Оборудование, приспособления, инструмент |
|  | 2. Проверить раскепы кривошипов коленчатого вала | Раскеп устанавливается заводом изготовителем двигателя.  Коренные шейки коленчатого вала должны прилегать к вкладышам коренных подшипников | Индикаторный прибор для измерения раскепов, комплект щупов |

**4. Центровка валопроводов по нагрузкам на подшипники**

В основу центровки линий валопроводов положен следующий принцип. После центровки положения главного дизеля и гребного вала с помощью визирной трубы производят сборку всей линии валопровода.

Положение подшипников собранного валопровода регулируют по высоте специальными динамометрами, с целью выравнить нагрузки на всех подшипниках соответственно расчетным. Для указанной цели применяют динамометры, в которых нагрузка определяется по величине деформации кольца, скобы или тарельчатых пружин.

В динамометре с тарельчатыми пружинами нагрузка определяется по величине деформации пакета тарельчатых пружин, сжимающихся под действием нагрузки, приходящейся на шток динамометра.

Величину сжатия тарельчатых пружин или соответствующую этому сжатию нагрузку на шток показывает индикаторная головка часового типа, закрепленная на крышке динамометра.

Для того чтобы исключить влияние масляных зазоров, прокладки из плоскости разъема подшипника удаляют. В случае, если этого будет недостаточно, между верхним вкладышем и валом устанавливают мягкую прокладку с последующим закреплением крышки подшипника.

Для измерения нагрузки, приходящейся на данный подшипник, на его лапе устанавливают по одному динамометру, вворачивая их хвостовики в отверстия лап подшипника или подложенные снизу ключи-гайки.

Динамометры нагружают постепенно путем подъема подшипников на штоках динамометров до появления зазора 0,2–0,25 мм между привальной поверхностью подшипника и поверхностью прокладок, на которые устанавливают подшипник. Динамометры устанавливают под лапы, расположенные по диагонали, а две другие лапы при измерении освобождают от крепящих болтов. После замера нагрузок на первых подшипниках аналогичным образом определяют нагрузки на всех остальных и сравнивают с допустимыми.

По нагрузкам определяют качество центровки валопровода. При повороте валопровода на 180° возможно по изменяющимся нагрузкам судить о погиби вала и других дефектах сборки валопровода. Точность показаний динамометров должна составлять не менее 5% от измеряемой нагрузки.

В тех случаях, когда полученные по динамометрам нагрузки выходят за пределы установленных расчетов, отдельные подшипники опускают или поднимают до тех пор, пока нагрузка, приходящаяся на каждый подшипник, не достигнет допустимой.

Допускаемые дополнительные нагрузки на подшипники промежуточных валов от их расцентровок определяются в зависимости от средней конструктивной нагрузки , равной весу промежуточных валов  с деталями их соединения, деленной на число подшипников  на этой длине



На основании проведенных исследований приняты следующие пределы допустимых нагрузок на опорные подшипники трения скольжения:

в вертикальной плоскости ;

в горизонтальной плоскости 

Очевидно, что при определении средней конструктивной нагрузки  не учитывается неодинаковость расстояния между подшипниками и поэтому фактические нагрузки на подшипники будут разными. Однако такое допущение не может привести к резкому увеличению удельной нагрузки, так как она обычно не превышает 0,15–0,20 МПа на проекцию вкладыша, что значительно ниже допускаемых.

В то же время следует учитывать, что подшипники скользящего трения рассчитаны только на вертикальные нагрузки и при больших расцентровках валов в горизонтальной плоскости нарушаются нормальные условия их смазывания.

Фактическую нагрузку на подшипник в вертикальной плоскости определяют суммой показаний динамометров правого и левого борта за минусом веса самого подшипника, а в горизонтальной плоскости эта нагрузка может быть определена путем расчета:

,

где  и  – показания динамометров правого и левого бортов одного опорного подшипника, Н;

 – расстояние от опорной поверхности фундамента до оси валопровода, см;

– расстояние между динамометрами, измеряемое в плоскости, перпендикулярной оси валопровода, см.

Результаты определения фактических нагрузок на каждом промежуточном подшипнике записываются в таблицу, после чего определяют нагрузки на концевые опоры валопровода как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях.

Так как на концевые опоры динамометры установить невозможно, то действующие на них нагрузки от расцентровки валопровода определяют расчетным путем.

Кормовая опора гребного вала несет большую нагрузку, равную весу винта и кормового участка гребного вала, и дополнительная нагрузка от расцентровки здесь может не учитываться ввиду малого влияния. В то же время носовая дейдвудная опора может полностью разгрузиться даже при небольшой дополнительной нагрузке, направленной вверх, что приведет к нарушению условий работы кормового участка валопровода. В связи с этим дополнительная нагрузка на носовую дейдвудную опору жестко ограничивается в соответствии с неравенством



Особенно важно знать допустимые расцентровки в соединении валопровода с дизелем, так как для поршневых машин коленчатый вал является ответственной и весьма напряженной деталью, поэтому необходимо одновременно замерять раскеп у кривошипа первого от маховика цилиндра, не допуская превышения его величины сверх установленной заводом-изготовителем или правилами Регистра.

Допустимое давление на кормовой коренной подшипник  при расцентровке валопровода не должно превышать 0,3 МПа, т. е.

,

где  – нагрузка на кормовой коренной подшипник, МН;

 – площадь проекции вкладыша кормового коренного подшипника, м2.

Вместе с тем основными показателями при определении допустимых расцентровок должны быть дополнительные напряжения в коленчатом валу, которые могут привести к деформации вала (раскепам), замеренной до и после поворота вала на 180°.

Изгибающий момент при нагрузке только двух ближайших к рассматриваемому коренному подшипнику опор (рис. 4) можно определить по формуле

,

а напряжение  в шейке вала у кормового коренного подшипника не должно превышать 5 МПа, т. е.

,

где  – момент сопротивления коленчатого вала у коренных подшипников, м3;

 – размеры, м;

 – диаметр шейки вала у рамового подшипника, м.

Следовательно,

.

Для определения дополнительных нагрузок на концевые подшипники валопровода на фланцевых соединениях у дизеля и гребного вала измеряют усилия, необходимые для стягивания фланцев валов. Для этого используют специальное приспособление, состоящее из динамометров и скоб; между фланцами устанавливается мерная планка, благодаря которой остается зазор, равный ее толщине.

После определения усилий для стягивания фланцев дополнительную нагрузку на носовую дейдвудную опору определяют по формулам (рис. 5):

для вертикальной плоскости ;

для горизонтальной плоскости .

Дополнительная нагрузка на кормовой подшипник дизеля определяется аналогично:

для вертикальной плоскости ;

для горизонтальной плоскости ,

где  – дополнительные нагрузки на носовую дейдвудную опору и кормовой подшипник двигателя в вертикальной и горизонтальной плоскостях, Н;

 – нагрузки динамометров, предназначенных для устранения смещений осей валов вертикальной и горизонтальной плоскостях (положительны при направлении сил вниз или к правому борту), Н;

 – нагрузки динамометров, предназначенных для устранения изломов вертикальной и горизонтальной плоскостях (положительны при зазоре между фланцами вверху или с левого борта), Н;

 – размеры, м;

 – диаметры фланцев гребного вала и двигателя, м.

После того как произведенная центровка признана удовлетворительной, замеряют высоту клиньев под всеми подшипниками. Во время пригонки клиньев динамометры используют как отжимные болты. После пригонки клиньев производят проверочную центровку валопровода. После обработки отверстий и изготовления всех крепежных болтов производят сдачу центровки валопровода по нагрузкам на подшипники тем же способом, что и проверку. После центровки подшипники окончательно закрепляют.

Технологический процесс монтажа главного двигателя

Подготовка фундамента

Очистить фундаментные поверхности от ржавчины

Очистить опорные поверхности до блеска

Пневматическая шлифовальная машина ШМ 25–50

Проверить наличие разметочных рисок на фундаменте визуально

Установочные риски должны быть нанесены параллельно плоскости мидель-шпангоута

# Библиографический список

1. Лопырев Н. К. Технология судоремонта. Учебник. М.: Транспорт, 1981. 288 с.
2. Грицай Л. Л. Справочник судового механика (в 2-х т.). Т.1. М.: Транспорт, 1973. 696 с.