1 Исходные данные.

В связи с тем, что между рулевой рубкой и румпельным отделением находится машинное отделение, возникает необходимость использования двух направляющих блоков с каждого борта. В качестве штуртроса используется стальной трос диаметром . Радиус сектора принимаем . Радиус штуртросового барабана .



4.3 Расчет усилий в рулевом механизме.



4.4 Крутящий момент на барабане: .



Поскольку барабан вращается на двух подшипниках необходимо добавить 1% на потерю на углах трения: .



По правилам Морского Регистра Судоходства сила на рулевом колесе не должна превышать 0,12 кН, следовательно:



С целью уменьшения радиуса рулевого колеса имеет смысл уменьшить радиус штуртросового барабана:



5. Прочностной расчет узлов и деталей рулевого механизма.

5.1. Расчетные нагрузки.

Принципиальная схема рулевого механизма представлена на рис.4.1.1

5.1.1 Условный минимальный момент действующий на рулевой механизм.



=



.



В дальнейших расчетах вместо нагрузки F принимается F3, а значение F2 принимается равным нулю.



5.1.2. Поперечная сила на баллере:



5.1.3. Расчетный изгибающий момент:



5.1.4. Расчетный изгибающий момент



5.1.4.1. Баллер руля в первом приближении.



Момент инерции баллера:



5.1.4.2. Расчет элементов пера руля.

5.1.4.2.1.Толщина наружной обшивки.



на 0,35 длины от носика



на 0,65 длины от хвостика



5.1.4.2.2. Минимальная толщина обшивки:



Принимаем толщину обшиивки пера руля



5.1.4.2.3. Толщина ребер и диафрагм пера руля.

Толщина ребер и диафрагм принимается равной толщине обшивке



Расчетная схема представлена на рис. 5.1.4.2.3.1

7

106

7

Рис.5.1.4.2.3.1.

105

Спрямление условных поясков дает дополнительный запас прочности.

Моментинерции:



Момент сопротивления:



5.1.5. Расчетный изгибающий момент



5.1.6. Расчетный изгибающий момент



5.1.7. Расчетная реакция опоры 1.



5.1.8. Расчетная реакция опоры 2.

5.1.9. Расчетная реакция опоры 4.



5.1.10. Расчетный изгибающий момент действующий в любом сечении баллера.

5.1.10.1. Момент сопротивления, площади поперечного сечения пера руля.



Момент сопротивления, площади поперечного сечения пера руля должен быть не менее:



Момент сопротивления удовлетворяет требования .



5.2. Баллер руля.

5.2.1. Диаметр головы баллера.



Баллер должен удовлетворять требованию:



Баллер не удовлетворяет требованиям.

Примем



Баллер удовлетворяет требованиям.

5.2.2. Момент инерции баллера:



5.2.3. Диаметр баллера в районе подшипников

Диаметр в районе подшипников увеличиваем на 10-15% для возможной расточки в процессе эксплуатации.



Примем диаметр в районе подшипников равный



5.3 Соединение баллера с пером руля.

Принимается схема болтового соединения с горизонтальными фланцами.

5.3.1. Диаметр соединения болтов должен быть не менее:



должно быть не менее 0,9 диаметра баллера в районе соединения.



-принято конструктивно



5.3.2. Диаметр болта в резьбовом соединении должен быть не менее:



принято конструктивно.



.



Болт удовлетворяет требованию.

5.3.4. Толщина соединительных фланцев должна быть не менее:



Принимаем



Отстояние центров болтов от кромки фланцев принимаем равное толщине фланца.

5.4. Штырь руля.

5.4.1. Диаметр штыря должна быть не менее:



Принимаем



5.4.2. Длина цилиндрической части должна быть:



5.4.3. Длина конической части должна быть:



Принимаем .



Конусность по диаметру должна быть не более



Принимаем диаметр у вершины конусной части



5.4.4. Нарезная часть: диаметр должен быть не менее:.



Принимаем



5.4.5. Гайка.

Наружный диаметр должен быть не менее:.



Высота гайки не менее: .



5.4.6. Длина нарезной части.

Длина нарезной части уточняется в процессе изготовления или по чертежу.

5.4.7. Проверка штыря по удельным давлениям.



принято конструктивно.



Штырь удовлетворяет требованиям для трущейся пары: сталь по бронзе при смазывании водой.

.



5.4.8. Толщина материала петли должна быть не менее 0,5 диаметра штыря. Окончательный размер уточняется по чертежу.

2.Выбор площади рулевого устройства в первом приближении:



2.1.Определение высоты брускового киля.



2.2. Определение высоты пера руля.



2.3. Определение эффективности рулевого устройства:

, если меньше 0,866.



данные сняты с теоретического чертежа.



2.4. Определение площади рулевого устройства во втором приближении.



Таким образом принимаем



3.Расчет гидродинамических характеристик руля: .



Т.к. то судно является среднескоростным, из чего следует, что для пера руля необходимо выбрать профиль НАСА.



3.1. Расчет нормальной силы и момента на баллере руля.



Т.к. , то пересчет гидродинамических коэффициентов делать ненужно.



Результаты гидродинамического расчета руля показаны: передний ход – таб.3.1.1.и таб.3.1.2.

задний ход - таб.3.1.3.и таб.3.1.4.

Коэффициент компенсации методом последовательных приближений (рис.3.1.1.) выбран



Момент на баллере руля графически представлен на (рис.3.1.2.), нормальная сила на (рис.3.1.3.).

Максимальное значение момента на переднем ходу Для выбора рулевой машины предварительна добавим 30% на потерю в узлах трения: ,округляем до .



Из графика на рис.3.1.2. следует, что максимальный угол перекладки на заднем ходу равен .



4. Расчет рулевой машины.

4.1.Поскольку момент возникающий на баллере относительно мал, то с экономической точки зрения оптимальной рулевой машиной является машина с ручным приводом, а именно штуртросовый привод. Расчетная схема представлена на рис.4.1.1.

R2

R3

T3

Рис.4.1.1.

R1

T2

T1

5.5. Подшипник баллера.

На рис. в сечении 1 будет установлен опорно – упорный подшипник, а в сечении 2 опорный подшипник.

5.5.1. Опорный подшипник.

В качестве опорного подшипника будет установлен подшипник скольжения. Схема представлена на рис. 5.5.1.

Подшипник должен удовлетворять следующему условию:



- диаметр баллера вместе со вкладышем.



- длина втулки подшипника.



Значение согласовывается с регистром.



5.5.1.1. Толщина корпуса подшипника.



Принимаем



5.5.2. Верхний опорно-упорный подшипник.

Верхний подшипник принимаем по ОН9-668-67 тип 2.

5.5.2.1. Нагрузка действующая на опору.



вес пера руля.



вес баллера.



Подшипник может выдержать нагрузку , следовательно данный подшипник нас удовлетворяет.



5.6. Аварийное рулевое устройство.

В качестве аварийного рулевого устройства применяем рычаг, который через отверстие в палубе одевается на баллер.

5.6.1. Расчет момента на баллере.

По Правилам Морского Регистра Судоходства расчет должен вестись на скоростях не менее 4 узлов.



;



Таким образом



Добавим 30% на потерю в узлах трения.



По правилам усилие на аварийном приводе не должно быть более 0,18 кН; таким образом длина румпеля будет:



C целью уменьшения усилия примем

