



Многопрофильная инженерная олимпиада «Звезда» «Техника и технологии кораблестроения и водного транспорта»

9-10 классы

Заключительный этап

2024-2025

Задания, ответы и критерии оценивания

Задача 1 (25 баллов)

При проектировании якорного механизма нужно выбрать двигатель к нему со следующими исходными данными:

- при выборке якорной цепи яхты, возникает сила натяжения цепи - 2000н;
- коэффициент, учитывающий потери на трение при прохождении цепи в клюзе (отверстие в борту для пропуска якорной цепи) - 1,2;
- коэффициент полезного действия (кпд) якорного механизма η - 0,7;
- скорость выборки цепи по требованиям морского регистра принимается $v_{ц}$ - 0,2м/с; коэффициент мощности двигателя $K_d=2$ (нужен для преодоления силы зацепления якоря с грунтом).

Рассчитать мощность двигателя N необходимую для поднятия якоря.

Решение:

При прохождении цепи в клюзе сила трения составляет 20% от силы натяжения, сила натяжения цепи на якорном механизме $R_{я} = K_k * R_{ц}$.

Мощность якорного механизма $N_{я} = A/t$, где A - работа в Дж, t - время в сек.

Работа $A = S * R_{я} = R_{я} * v * t$, $N_{я} = R_{я} * v$. Но так-как КПД якорного механизма $\eta=0,7$, то мощность двигателя $N = N_{я} * K_d / \eta = K_k * R_{ц} * v * K_d / \eta$

$$N = 1,2 * 2000 * 0,2 * 2 / 0,7 = 1371 \text{ Вт} \approx 1,4 \text{ кВт}$$

Ответ: 1,4 кВт

Задача 2 (25 баллов)

Для электрооборудования парусной яхты необходимо подобрать аккумулятор, емкости Q которого, хватало для непрерывной работы всех бортовых систем в течение t - 5 часов. А также подобрать генератор, мощности N_g которого хватило бы не только на обеспечение работы всех систем, но и на заряд аккумулятора (аккумулятор заряжается силой тока, составляющей 1/10 от полной емкости аккумулятора). Напряжение бортовой сети яхты - 12в.

Яхта будет оборудована тремя ходовыми огнями с лампами мощностью N_1 по 20Вт, двумя светильниками салона мощностью 2 по 25Вт, навигационной группой электроприборов общим током потребления I_3 - 2А, холодильник мощностью N_4 - 90вт (При выборе генератора необходимо учитывать, что при включении компрессора холодильника сила тока потребления компрессором увеличивается до 10 раз). Для

стабильной работы аккумулятора, он не должен разряжаться больше чем на половину своей емкости. Включение всех электроприборов параллельное.

Решение:

Найдем общую силу тока потребления - $I = 3N_1 / U + 2 N_2 / U + I_3 + N_4 / U$

Емкость аккумулятора $Q = 2 t * I = 2 t * (3N_1 / U + 2 N_2 / U + I_3 + N_4 / U)$

$$Q = 2 * 5 (3 * 20 / 12 + 2 * 25 / 12 + 2 + 90 / 12) = 187 \text{ А} \cdot \text{час}$$

Выбираем аккумулятор емкостью $Q = 200 \text{ А} \cdot \text{ч}$, зарядный ток

$$I_3 = Q / 10 = 200 / 10 = 20 \text{ А}$$

Подберем генератор по силе тока потребления, где учтем силу тока запуска холодильника

$$I_{\Gamma} = I_{\Pi} + I_3 = (3 * 20 / 12 + 2 * 25 / 12 + 2 + 10 * 90 / 12) + 20 = 86,2 + 20 = 106,2 \text{ А},$$

$$\text{Мощность генератора} = I_{\Gamma} * U = 106,2 * 12 = 1274 \text{ Вт}$$

Выбираем $N_{\Gamma} = 1,5 \text{ кВт}$

Ответ: $Q = 200 \text{ А} \cdot \text{ч}$, $N_{\Gamma} = 1,5 \text{ кВт}$

Задача 3 (25 баллов)

На парусной яхте установлен электродвигатель с питанием от аккумуляторов, который используется для захода и выхода из гавани, для удобной швартовки и т.д. Масса аккумуляторов $m = 200 \text{ кг}$, энергоемкость аккумуляторов составляет $q = 48 \text{ (Вт} \cdot \text{ч) / кг}$, усилие на гребном винте – 400 Н , КПД системы привода гребного винта $\eta = 0,8$. Определите максимальное расстояние S , проходимое яхтой без подзарядки при движении с постоянной скоростью равной $v = 4 \text{ узла}$ ($1 \text{ узел} = 1,852 \text{ км/ч}$). Необходимо учесть также, что литий-ионные аккумуляторы не рекомендуется разряжать ниже 20% емкости.

Решение:

$S = v * t$, где t – время хода без подзарядки.

Энергоемкость всех аккумуляторов составляет $Q = m * q * 0,8$, где 0,8 -80% заряда аккумуляторов

Определим необходимую мощность для движения яхты $N = F * v * \eta$, отсюда $t = Q / N$.

$$S = v * m * q * 0,8 / (F * v * \eta)$$

$$S = 2,06 * 200 * 48 * 3600 * 0,8 / (400 * 2,06 * 0,8) = 86400 \text{ м} = 46,7 \text{ мили}$$

Ответ: $S = 46,7 \text{ мили}$

Задача 4 (25 баллов)

Корабль движется при помощи гребного винта из 4-х лопастей. Пульсации давления воды от работы винта в кормовой части создают так называемую «лопастную» вибрацию корпуса с частотой 12 Гц. Какова (в оборотах в минуту) частота вращения гребного вала?

Решение:

Пусть частота вращения гребного вала равна n об/мин. Тогда в минуту с учетом 4-х лопастей винт создает $4 \cdot n$ пульсаций в минуту или $4 \cdot n / 60$ пульсаций в секунду.

Корпус корабля вибрирует с частотой действующих на него пульсаций, таким образом: $4 \cdot n / 60 = 12$ Гц. Отсюда $n = 12 \cdot 60 / 4 = 180$ об/мин.

Ответ: 180 об/мин.