



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

7-8 классы

Заключительный этап

2019-2020

Задача 1. Корабль должен встать на якорь на глубине 70 метров. Какая длина якорной цепи для этого потребуется? При решении задачи учитывать, что держащая сила у якоря максимальна при угле 30 градусов к горизонту. Высотой якорного клюза над поверхностью воды пренебречь. Провис цепи увеличивает длину на 20%.

Решение. Надо нарисовать прямоугольный треугольник с углом к горизонту в 30° . Противлежащий вертикальный катет к углу длиной 70м. Нам нужна гипотенуза этого треугольника, которая равна $70/\sin(30^\circ) = 70/0,5 = 140$ метров, далее учитываем провис цепи $140\text{м} * 120\% = 168\text{м}$, что является длиной якорной цепи.

Задача 2. На парусных судах для движения использовали силу ветра. Общая площадь парусов корабля составляет 732 м^2 . Зная величину удельного давления ветра $1,53 \text{ кг/м}^2$ определите силу, с которой ветер толкает судно вперед?

Решение. Переводим силу давления в Ньютоны: $1,53 \text{ кг/м}^2 * 9,8 = 15 \text{ Н/м}^2$. Умножаем площадь на удельное давление: $732\text{м}^2 * 15 \text{ Н/м}^2 = 10980 \text{ Н}$.

Задача 3. ОК-650 — серия водо-водяных ядерных реакторов на тепловых нейтронах, размещаемых на подводных лодках. В качестве ядерного топлива используется высокообогащённая по 235-у изотопу двуокись урана. Тепловая мощность — до 190 МВт. Оцените, сколько дизельного топлива нужно использовать за час, чтобы выработать то же самое количество тепла? Удельная теплота сгорания дизельного топлива 43 МДж/кг . Потерями тепла пренебречь.

Решение. Количество тепла, выделяемое реактором за час $Q = P * t$. Количество теплоты, выделяемое при сгорании дизельного топлива $Q = q * m$. Приравняв обе части, получим

$$P * t$$

$$m = \frac{---}{q}$$

$$q$$

Получаем приблизительно **16 000 кг**.

При решении задачи необходимо учитывать перевод единицы энергии из ватт-час в джоули – $1 \text{ Вт/ч} = 3600 \text{ Дж}$

Задача 4. До XVII века кораблестроение, как наука о мореходных качествах судов еще не существовала. Боевые корабли тех времен имели на борту расположенные в несколько рядов окна для пушек. Однако самый нижний ряд окон прорубали только после спуска корабля на воду. Потому что строители заранее не знали... Чего же не знали строители?

Решение. Строители не знали, какая будет **осадка**, и чтобы, корабль не затонул, нижний ряд прорезали уже на плаву.

Задача 5. В XIX веке из Нового Света в Индию и другие теплые страны активно возили некий груз. При погрузке его было 150 тонн, а при выгрузке – 50. Что это за груз?

Решение. В XIX веке из Нового Света в Индию активно возили **лед**.

Критерии решения 4 и 5 задач.

Номер критерия (жюри указывает рядом с оценкой)	Проценты (коэффиц) на максимальные баллы по задачам	Краткое формулирование правильности или ошибочности решений	Подробное пояснение критериев (комментарии, объяснения)
1	100% (1.0)	Полное верное решение	Приведено полное решение задачи, включающее следующие элементы: а) представлен правильный ответ в общем виде
2	60... 80% (0.6...0.8)	Решение в целом верное, однако содержит существенные ошибки	Все решение удовлетворяет критерию 1 по смыслу, но в формулировка не соответствует ответу.
3	0 (0)	Решение неверное и отсутствуют какие-либо относящиеся к решению рассуждения.	Нет ответа и нет ни одного из рассуждений, относящихся к сути задачи. Рассуждения есть, но они очевидно, даны «для заполнения страницы», они не относятся к сути задачи.



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

9-11 классы

Заключительный этап

2019-2020

Задача 1. 1. На судно принято 10 контейнеров, при этом он не получил ни крена, ни дифферента. Вес одного контейнера 15 т. Осадка судна до приема груза составляла $T = 4,5$ м, а площадь ватерлинии $S = 1\,470$ м². Какова новая осадка судна? При решении задачи судно в пределах изменения осадки считать прямостенным. Удельный вес воды $\gamma = 1,025$ т/м³.

Дано:

$$n = 10,$$

$$p = 15 \text{ т},$$

$$T_0 = 4,5 \text{ м},$$

$$S = 1470 \text{ м}^2,$$

$$\gamma = 1,025 \text{ т/м}^3.$$

Найти:

T_1 ;

Решение:

$$T_1 = T_0 + \Delta T,$$

$$\Delta T = \frac{P}{\gamma S},$$

$$P = np = 10 \cdot 15,0 = 150 \text{ т},$$

$$\Delta T = \frac{150}{1,025 \cdot 1470} = 0,10 \text{ м},$$

$$T_1 = 4,5 + 0,10 = 4,6 \text{ м}.$$

Задача 2. Подводная лодка, представляющая собой цилиндр диаметром $d = 10$ м, длиной $L = 60$ м, идет в подводном положении в воде с удельным весом $\gamma = 1,025$ т/м³. Определить, всплывет или погрузится лодка при расходе 118 т запасов и переходе в пресную воду.

Дано:

$$d = 10 \text{ м},$$

$$L = 60 \text{ м},$$

$$\gamma_1 = 1,025 \text{ т/м}^3,$$

$$\gamma_2 = 1,00 \text{ т/м}^3,$$

$$P = -118 \text{ т}.$$

Найти:

$\pm \Delta T$;

Решение:

В начальный момент времени силы тяжести уравновешиваются силами поддержания.

$$D_1 = \gamma_1 V.$$

$$V = \omega L = \pi d^2 L / 4 = 3,14 \cdot 10^2 \cdot 60 / 4 = 4710 \text{ м}^3,$$

$$D_1 = 1,025 \cdot 4710 = 4828 \text{ т}.$$

После расходования 118 т масса лодки изменится...

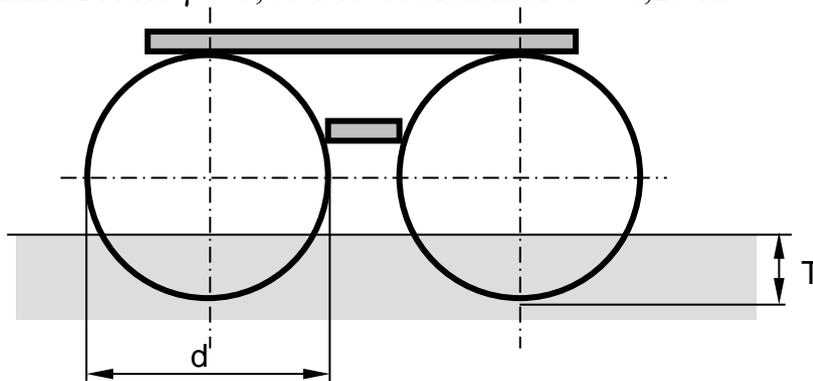
$$D_2^* = D_1 + P = 4828 - 118 = 4710 \text{ т.}$$

После перехода в пресную воду силы поддержания изменятся...

$$D_2^{**} = \gamma_2 V = 1,00 \cdot 4710 = 4710 \text{ т.}$$

Так как $D_2^* = D_2^{**}$, то силы тяжести и поддержания вновь будут уравновешены, и следовательно **ни погружаться, ни всплывать лодка не будет.**

Задача 3. Понтон состоит из двух цилиндрических поплавков, диаметром $d = 1,0$ м, жестко соединенных между собою (масса рамы в задаче не учитывается). Длина каждого понтона $L = 6,0$ м. Найти вес понтона, если его средняя осадка порожнем в воде с удельным весом $\gamma = 1,01 \text{ т/м}^3$ составляет $T = 0,25$ м.



Дано:

$$d = 1,0 \text{ м,}$$

$$L = 6,0 \text{ м,}$$

$$\gamma = 1,01 \text{ т/м}^3,$$

$$T = 0,25 \text{ м,}$$

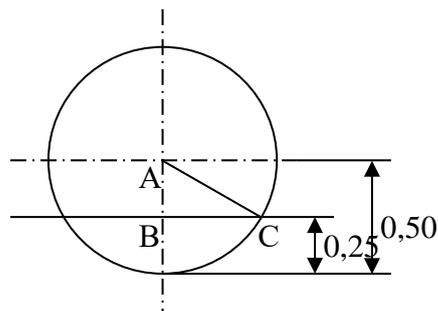
Решение:

Найти:

$$D_{\text{понт}}$$

$$D_{\text{понт}} = \gamma V_{\text{понт}},$$

$$V_{\text{понт}} = 2\varphi L\omega,$$



Так как поплавки – цилиндры, то $\varphi = 1$.

Форма мидель шпангоута – сегмент. Площадь сегмента:

$$\omega = r^2 \left(\alpha - \frac{\text{Sin}2\alpha}{2} \right)$$

где α – центральный угол, выраженный в радианах.

По теореме: длина катета в прямоугольном треугольнике, лежащего напротив угла в 30° равна половине гипотенузы. В треугольнике ABC : $AC = d/2$, $AB = d/4 = AC/2$. Следовательно, угол $ACB = 30^\circ$. Угол $\alpha = CAB = 60^\circ = 1,047$ радиан.

$$\omega = 0,5^2 \left(1,047 - \frac{\text{Sin}(2 \cdot 1,047)}{2} \right) = 0,15 \text{ м}^2.$$

$$V_{\text{понт}} = 2 * 1 * 0,15 * 6,0 = 1,80 \text{ м}^3.$$

$$D_{\text{понт}} = 1,01 * 1,80 = 1,82 \text{ т.}$$

Задача 4. С затонувшего корабля выпущен сигнальный буй, плавающий с осадкой T_1 . Если бы буй плавал без соединительного троса, то его осадка T была бы на 10 см меньше. Определить, на какой глубине затонул корабль, если средний диаметр, буя в пределах осадок T и T_1 равен $d = 1,0$ м, удельный вес воды $\gamma = 1,02$ т/м³, а вес одного погонного метра соединительного троса составляет 0,8 кг.

Дано:

$$\Delta T = 0,1 \text{ м,}$$

$$d = 1,0 \text{ м,}$$

$$\gamma = 1,02 \text{ т/м}^3,$$

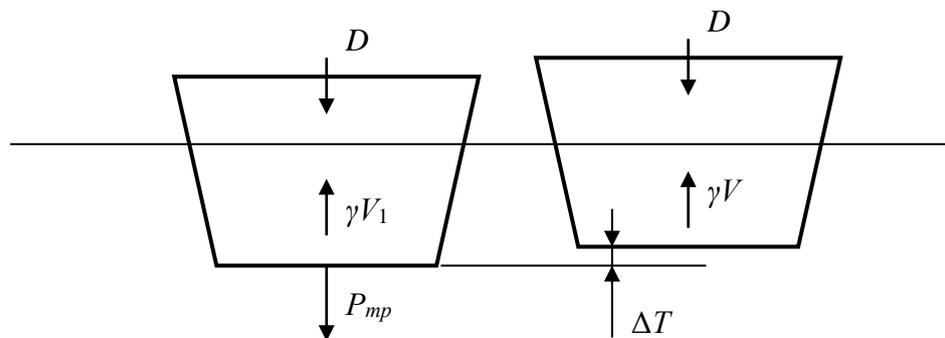
$$p = 0,8 \text{ кг/м,}$$

$$\gamma_B = 1,05 \text{ т/м}^3,$$

Найти:

$$h;$$

Решение:



Из первого рисунка видно, что $D + P_{\text{тр}} = \gamma V_1$.

Из второго рисунка $D = \gamma V$.

Тогда: $\gamma V + P_{\text{тр}} = \gamma V_1$,

$$P_{\text{тр}} = \gamma V_1 - \gamma V = \gamma(V_1 - V) = \gamma \Delta V = \gamma \Delta T S = \gamma \Delta T \pi d^2 / 4 = 1,02 * 0,1 * 3,14 * 1,0^2 / 4 = 0,08 \text{ т} = 80 \text{ кг.}$$

$$P_{\text{тр}} = p h, \quad h = P_{\text{тр}} / p h = 80 / 0,8 = 100 \text{ м.}$$

Задача 5. На корабль, площадь ватерлинии которого $S = 1700$ м² устанавливают скуловые кили общим весом $P = 40$ т. Как изменится осадка корабля в воде с удельным весом $\gamma = 1,016$ т/м³ после установки килей, если они вытесняют объем воды $v = 25$ м³? При решении задачи судно в пределах изменения осадки считать прямостенным.

Дано:

$$S = 170 \text{ м}^2,$$

$$P_{\text{ск}} = 40 \text{ т,}$$

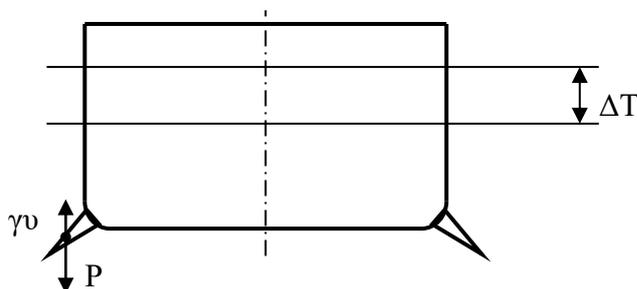
$$\gamma = 1,016 \text{ т/м}^3,$$

$$v = 25 \text{ м}^3.$$

Найти:

$$\Delta T:$$

Решение:



$$\Delta T = \frac{P}{\gamma S},$$

Из рисунка видно, что изменение нагрузки судна будет вызвано собственно массой килей ($P_{ск} = 40$ т) и силой плавучести, возникающей вследствие вытеснения воды килями ($v = 25$ м³).

$$P = P_{ск} - \gamma v = 40 - 1,016 * 25 = 14,6 \text{ т,}$$

$$\Delta T = \frac{14,6}{1,016 * 170}, = \mathbf{0,08 \text{ м.}}$$