



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

9-11 классы

Заключительный этап

2018-2019

Задания, ответы и критерии оценивания

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 $S = 1470$ м². Какова новая осадка судна? При решении задачи судно в пределах изменения осадки считать прямостенным. Удельный вес воды $\gamma = 1,025$ т/м³.

Дано:

$$n = 10,$$

$$p = 15 \text{ т},$$

$$T_0 = 4,5 \text{ м},$$

$$S = 1470 \text{ м}^2,$$

$$\gamma = 1,025 \text{ т/м}^3.$$

Решение:

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

Найти:

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

T_1 ;

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

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

$$T_1 = 4,5 + 0,10 = 4,6 \text{ м}.$$

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 расходовании 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:

Решение:

$$\pm \Delta T;$$

В начальный момент времени силы тяжести уравновешиваются силами поддержания.

$$D_1 = \gamma_1 V.$$

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

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

После расходования 118 т масса лодки изменится...

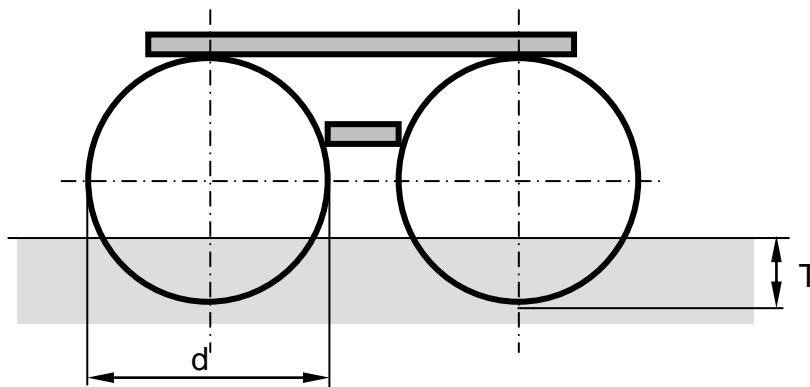
$$D_2^* = D_1 + P = 4828 - 118 = 4710 \text{ т.}$$

После перехода в пресную воду силы поддержания изменятся...

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

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 $\gamma = 1,01$ т/м³ составляет $T = 0,25$ м.



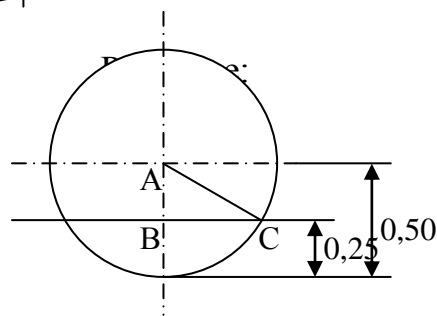
Дано:

$$d = 1,0 \text{ м,}$$

$$L = 6,0 \text{ м,}$$

$$\gamma = 1,01 \text{ т/м}^3,$$

$$T = 0,25 \text{ м,}$$



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:

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

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.

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

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

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

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, буй в пределах осадок T и T_1 равен $d = 1,0$ м, удельный вес воды $\gamma = 1,02 \text{ т/м}^3$, а вес одного погонного метра соединительного троса составляет 0,8 кг.

Дано:

$$\Delta T = 0,1 \text{ м,}$$

$$d = 1,0 \text{ м,}$$

$$\gamma = 1,02 \text{ т/м}^3,$$

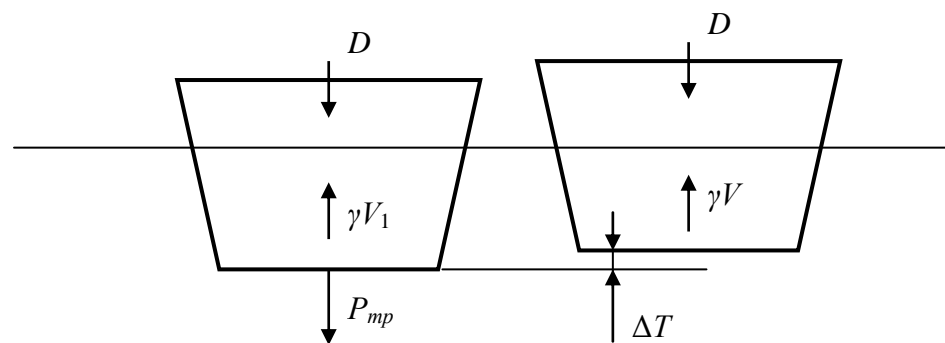
$$p = 0,8 \text{ кг/м,}$$

$$\gamma_B = 1,05 \text{ т/м}^3,$$

Найти:

h ;

Решение:



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

Из второго рисунка $D = \gamma V$.

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

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

$$P_{mp} = ph, \quad h = P_{mp} / ph = 80 / 0,8 = \mathbf{100 \text{ м.}}$$

Задача 5. На корабль, площадь ватерлинии которого $S = 1\,700\text{ м}^2$ устанавливают скуловые кили общим весом $P = 40\text{ т}$. Как изменится осадка корабля в воде с удельным весом $\gamma = 1,016\text{ т/м}^3$ после установки килей, если они вытесняют объем воды $v = 25\text{ м}^3$? При решении задачи судно в пределах изменения осадки считать прямостенным.

Дано:

$$S = 170\text{ м}^2,$$

$$P_{\text{ск}} = 40\text{ т},$$

$$\gamma = 1,016\text{ т/м}^3,$$

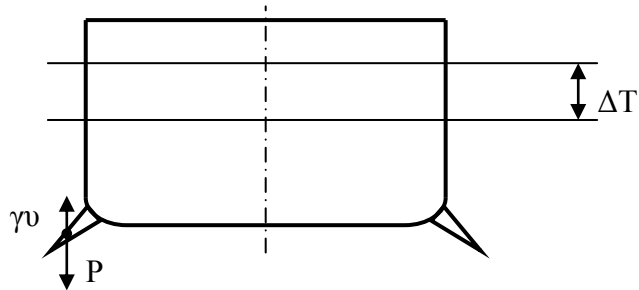
$$v = 25\text{ м}^3.$$

Найти:

ΔT :

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

Решение:



Из рисунка видно, что изменение нагрузки судна будет вызвано собственно массой килей ($P_{\text{ск}} = 40\text{ т}$) и силой плавучести, возникающей вследствие вытеснения воды килями ($v = 25\text{ м}^3$).

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

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