

Раздел II. Определение водоизмещения, координат центра тяжести и посадки судна. Контроль плавучести и остойчивости судна.

Задание:

- Составить таблицу статей нагрузки судна по форме «Информация об остойчивости судна» и вычислить водоизмещение и координаты центра тяжести судна .
- Найти осадки судна носом и кормой для заданного варианта загрузки судна.
- Найти начальную метацентрическую высоту судна при заданной нагрузке судна.
- Проверить соответствие требованиям Регистра плавучести и остойчивости судна.

					Лист
Изм	ред	№ Докум	Подпись		

2.1 Для того чтобы найти водоизмещение и координаты центра тяжести судна составляем таблицу статей нагрузки судна.

Таблица 2.1 – Таблица весовой нагрузки судна:

Судно без жидкого балласта.						
Статья нагрузки		М,Т	X,М	Z,М	M*X,т*м	M*Z,т*м
1	Судно порожнем	3870,00	-5,36	7,47	-20743	28909
2	Цистерна дизельного топлива ДТ № I, нос-8шп, форпик.	81,80	44,40	5,98	3631,9	489,2
3	Цистерна дизельного топлива ДТ № 5, 44-72шп,ПрБ	48,10	6,70	0,69	322,27	33,19
4	Цистерна дизельного топлива ДТ № 7, 42-70 шп,ПрБ	29,30	6,50	0,70	190,45	20,51
5	Цистерна дизельного топлива ДТ №8 , 42-70 шп,ЛБ	28,00	6,30	0,68	176,4	19,04
6	Цистерна дизельного топлива ДТ № 12, 74-79 шп,ЛБ	17,00	-6,50	2,46	-110,5	41,82
7	Цистерна дизельного топлива ДТ №13 , 74-79 шп,ЛБ	6,00	-6,60	2,70	-39,6	16,2
8	Цистерна дизельного топлива ДТ №14 , 74-79 шп,ЛБ	6,00	-6,60	2,80	-39,6	16,8
9	Цистерна дизельного топлива ДТ №15 , 104-107шп,ЛБ	4,20	-26,90	1,99	-113	8,358
10	Цистерна ДС №1 , 79-87шп,ПрБ	23,90	-11,10	0,56	-265,3	13,38
11	Цистерна ДС №2 , 79-87шп,ЛБ	25,40	-11,00	0,56	-279,4	14,22
12	Цистерна ДС №4 , 74-79шп,ЛБ	8,30	-6,60	2,02	-54,78	16,77
13	Цистерна дизельного топлива ДС для АДГ	1,10	-11,60	12,04	-12,76	13,24
14	Цистерна ДС №6 , 96-99 1/2шп,ЛБ	4,90	-20,50	8,89	-100,5	43,56
15	Расходная цистерна дизельного топлива для котла 98 1/2шп,ПрБ	1,00	-21,00	6,10	-21	6,1
16	Цистерна основного запаса масла ПБ	14,10	-20,00	0,07	-282	0,987
17	Цистерна отработанного масла 87-88шп, Пр и Л борт	3,00	-14,20	0,30	-42,6	0,9
18	Мелк. Цист. Смаз.масла89-95шп, Пр и Л борт	2,90	-18,30	8,62	-53,07	25
19	Цистерна масла гидросистем	2,70	-29,10	3,55	-78,57	9,585
20	Цист КВ-1 99-103шп, ПрБ	6,70	-23,70	4,10	-158,8	27,47
21	Цист КВ-2 99-103шп, ЛБ	0,80	-23,50	3,20	-18,8	2,56
22	Цистерна мытьевой воды 42-45 шп, ПрБ	11,90	16,20	4,62	192,78	54,98
23	Цистерна мытьевой воды 44 1/2-46 шп, ЛБ	3,10	15,30	3,95	47,43	12,25
23	Цистерна мытьевой воды 44 1/2-46 шп, ЛБ	3,10	15,30	3,95	47,43	12,25
24	Цистерна мытьевой воды 42-46 шп, ПрБ	15,00	16,10	5,10	241,5	76,5
25	Цистерна охлажденной воды	11,40	-40,80	1,10	-465,1	12,54
26	Цистерна сбора отстоев 91-94 шп, ЛБ	1,00	-19,00	0,70	-19	0,7
27	Тара в трюме №2	100,00	6,00	3,66	600	366
28	Тара для консервов	15,90	-22,90	7,70	-364,1	122,43
29	Сырые и едкие грузы в производстве	97,20	-34,00	9,92	-3304	964,22
30	Груз на грузовом блоке стрелы	10,00	-36,30	22,80	-363	228
31	Снабжение экипажа провизией	74,60	-22,20	10,31	-1656	769,12
	СУММА	4525,3			-23182	32334,5

Характеристики судна порожнем:

$$M_0 = 3870 \text{ т}$$

$$X_{g0} = -5,36 \text{ м}$$

$$Z_{g0} = 7,47 \text{ м}$$

Водоизмещение судна:

$$M = M_0 + \sum m_i$$

$$M = 3870 + 655.3 = 4525.3 \text{ т}$$

Координаты центра тяжести:

$$X_g = \frac{M_0 \cdot X_{g0} + \sum m_i \cdot x_i}{M}$$

$$X_g = \frac{3870.0 \cdot (-5.36) - 2439.59}{4525.3} = -5.12 \text{ м}$$

$$Z_g = \frac{M_0 \cdot Z_{g0} + \sum m_i \cdot z_i}{M}$$

$$Z_g = \frac{3870.0 \cdot 7.47 + 3425.6}{4525.3} = 7.14 \text{ м}$$

2.2 Найдем осадки носом и кормой. Полагаем, что $X_g \approx X_c$ и входим в диаграмму осадок судна носом и кормой (Приложение 2.2)

$$T_n = 3,4 \text{ м}$$

$$T_k = 6,3 \text{ м}$$

$$T_{cp} = 4,85 \text{ м}$$

2.3 Найдем начальную метацентрическую высоту судна для этого сначала определим значения Z_c и r , по диаграммам (Приложение 2.3, 2.4)

$$r = 4.9 \text{ м}$$

$$Z_c = 2.9 \text{ м}$$

$$h = r + Z_c - Z_g$$

$$h = 4.9 + 2.9 - 7.14 = 0,66 \text{ м}$$

Данная метацентрическая высота соответствует требованиям регистра России, т.к. для судов $L \geq 70 \text{ м}$ $h \geq 0.15 \text{ м}$.

2.4 Проверим соответствие плавучести судна требованиям Регистра путем сравнения средней осадки T_{cp} с осадкой $T_{г.м}$.

$$T_{г.м} = 5,87 \text{ м}$$

$$T_{cp} = 4,85 \text{ м}$$

$$T_{cp} \leq T_{г.м}$$

Плавучесть судна удовлетворяет требованиям Регистра.

					Лист
Изм	ред	№ Докум	Подпись		

2.5 Проверим соответствие остойчивости судна требованиям Регистра путем сравнения рассчитанной аппликаты центра тяжести Z_g с её критическим значением $Z_{кр}$.

Если $Z_{кр} > Z_g$, то остойчивость будет соответствовать требованиям Регистра.
По кривой критических аппликат Ц.Т. судна (Приложение 2.5) определяем:

$$Z_{кр} = 6,95\text{м}$$

$$Z_g = 7,14\text{м}$$

$$Z_g > Z_{кр}$$

Остойчивость судна не удовлетворяет требованиям Регистра. Необходимо принять жидкий балласт.

Определим приближенную массу жидкого балласта m_σ , для приведения остойчивости судна в соответствии с требованиями Регистра.

$$m_\sigma = \frac{M(Z_g - Z_{кр})}{Z_{кр} - Z_\sigma},$$

где Z_σ - аппликата ЦТ принимаемого балласта.

Для принятия балласта выбираем цистерны Цистерна ДТ - 3, Цистерна ДТ - 4, Цистерна ДТ - 11. $Z_\sigma = (1,02+1,02+0,98)/3 = 1\text{м}$

$$m_\sigma = \frac{4525,3 \cdot (7,145 - 6,95)}{6,95 - 1} = 148,2\text{т}$$

Таблица 2.2 – Таблица статей нагрузки судна с жидким балластом.

Судно с Жидким балластом						
Статья нагрузки		$M, \text{т}$	$X, \text{м}$	$Z, \text{м}$	$m \cdot X, \text{т} \cdot \text{м}$	$m \cdot Z, \text{т} \cdot \text{м}$
1	Судно в грузу	4525,30	-5,12	7,15	-23182,79	32334,50
2	Цистерна ДТ - 3	57,70	25,40	1,02	1465,58	58,85
3	Цистерна ДТ - 4	55,90	25,70	1,02	1436,63	57,02
4	Цистерна ДТ - 11	70,00	-5,30	0,98	-371,00	68,60
СУММА		4708,90			-20651,58	32518,98

Найдем координаты центра тяжести и водоизмещение судна после принятия балласта:

$$M = M_0 + \sum m_i$$

$$M = 4525,3 + 183,6 = 4708,9\text{т}$$

$$X_g = \frac{M_0 \cdot X_{g0} + \sum m_i \cdot x_i}{M}$$

$$X_g = \frac{4525,3 \cdot (-5,12) - 2531,21}{4708,9} = -4,39\text{м}$$

						Лист
Изм	ред	№ Докум	Подпись			

$$Z_g = \frac{M_0 \cdot Z_{g0} + \sum m_i \cdot z_i}{M};$$

$$Z_g = \frac{4525.3 \cdot 7.15 + 184.47}{4708.9} = 6.9 \text{ м}$$

Найдем осадки носом и кормой. Полагаем, что $Xg \approx Xc$ и входим в диаграмму осадок судна носом и кормой (Приложение 2.2)

$$T_n = 4 \text{ м}$$

$$T_k = 6,15 \text{ м}$$

$$T_{cp} = 5,075 \text{ м} \approx 5,08 \text{ м}$$

Найдем начальную метацентрическую высоту судна для этого сначала определим значения Zc и r , по диаграммам (Приложение 2.3, 2.4)

$$r = 4,7 \text{ м}$$

$$Zc = 2,95 \text{ м}$$

$$h = r + Zc - Zg$$

$$h = 4,7 + 2,95 - 6,9 = 0,76 \text{ м}$$

Данная метацентрическая высота соответствует требованиям Регистра России, т.к. для судов $L \geq 70 \text{ м}$ $h \geq 0.15 \text{ м}$.

Проверим соответствие плавучести судна требованиям Регистра путем сравнения средней осадки T_{cp} с осадкой $T_{г.м}$.

$$T_{г.м} = 5,87 \text{ м}$$

$$T_{cp} = 5,08 \text{ м}$$

$$T_{cp} \leq T_{г.м}$$

Плавучесть судна удовлетворяет требованиям Регистра.

Соответствие остойчивости судна требованиям Регистра определяем путем сравнения рассчитанной аппликаты центра тяжести Zg с её критическим значением $Z_{кр}$.

Если $Z_{кр} > Zg$, то остойчивость будет соответствовать требованиям Регистра.

По кривой критических аппликат Ц.Т. судна (Приложение 2.5) определяем:

$$Z_{кр} = 6,93 \text{ м}$$

$$Zg = 6,9 \text{ м}$$

$$Zg < Z_{кр}$$

Вывод: Остойчивость судна удовлетворяет требованиям Российского Морского Регистра Судоходства.

					Лист
Изм	ред	№ Докум	Подпись		