

Изм	Ред	Фамилия	Подпись	Дата				
Выполнил					Лит.		Лист	Листов
Проверил								

Раздел IV. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОСАДКИ И ОСТОЙЧИВОСТИ СУДНА В РАЗЛИЧНЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ УСЛОВИЯХ

Задание:

- Определить массу перемещаемого и принимаемого груза для увеличения исходной осадки судна кормой на 0.5 метра.
- Определить массу перемещаемого с борта на борт судна груза для обнажения пояса наружной обшивки, лежащего ниже ватерлинии на 0.3 метра.
- Определить изменение метацентрической высоты судна после подъёма на промысловую палубу трала с уловом 80 т.
- На какое расстояние от плоскости мидель-шпангоута должен быть принят груз массой 300 т, чтобы осадка судна кормой не изменилась.
- Определить изменение метацентрической высоты судна при заливании промысловой палубы судна слоем воды 0.3 метра.
- Определить, на сколько уменьшилась метацентрическая высота судна от обледенения, если период качки увеличился на 20%.
- Определить угол крена судна на установившейся циркуляции при скорости судна на прямом курсе 12 узлов.
- Найти метацентрическую высоту судна, сидящего на мели без крена с осадкой носом и кормой на 0.5 м меньше, чем на глубокой воде. Определить критическую осадку, при которой судно начнёт терять остойчивость. Определить статический угол крена.
- Определить динамические углы крена от динамически приложенного кренящего момента, от давления ветра для двух случаев положения судна. В первом случае наклона происходят с прямого положения, во втором – судно наклонено на наветренный борт на угол, равный амплитуде бортовой качки.
- Определить динамический момент, опрокидывающий судно, имеющее крен на наветренный борт, равный амплитуде бортовой качки.

					Лист
Изм	ред	№ Докум	Подпись		

4.1. Определим массу перемещаемого или принимаемого груза для увеличения исходной осадки судна кормой на 0,5 м.

Перемещение:

В случае перемещения груза массовое водоизмещение судна остается постоянным:

$$M=4708,9\text{т}$$

Осадку судна носом примем неизменной:

$$T_n = \text{const} = 4.0 \text{ м}$$

Найдём осадку кормой:

$$\begin{aligned} T_{к1} &= T_k + 0,5 \\ T_{к1} &= 6,15 + 0,5 = 6,65 \text{ м} \end{aligned}$$

По приложению 2.2, используя M и T_{к1} найдем X_c после перемещения груза:

$$X_{c1} = - 6,0\text{м}$$

Определим расстояние, на которое переместили груз l_x:

$$\begin{aligned} l_x &= -0.5L_{nn}; \\ l_x &= -0.5 * 96.4 = -48.2 \text{ м}; \end{aligned}$$

Масса перемещаемого груза равна:

$$\begin{aligned} m_{\text{груза}} &= \frac{M(X_{c1} - X_c)}{l_x} \\ m_{\text{груза}} &= \frac{4708,9 \cdot (-6,0 - (-4.39))}{-48.2} = 157.3 \text{ т} \end{aligned}$$

Прием:

При *приёме* груза осадку судна носом примем неизменной:

$$T_{н1} = T_n = 4.0\text{м}$$

Найдём осадку кормой:

$$\begin{aligned} T_{к1} &= T_k + 0,5 \\ T_{к1} &= 6,15 + 0,5 = 6,65 \text{ м} \end{aligned}$$

					Лист
Изм	Ред	№ Докум	Подпись		

По приложению 2.2, используя $T_{н1}$ и $T_{к1}$ найдем и M_1 после перемещения груза:

$$M_1 = 5100 \text{ т}$$

$$X_{с1} = - 5,0 \text{ м}$$

Найдем абсциссу центра тяжести принимаемого груза:

$$m_{\text{груза}} = M_1 + M$$

$$m_{\text{груза}} = 5100 - 4708,9 = 391,1 \text{ т}$$

Определим куда следует принять груз:

$$x = \frac{M_1 \cdot x_{c1} - M \cdot x_c}{m_{\text{груза}}}$$

$$x = \frac{5100 \cdot (-5,0) - 4708,9 \cdot (-4,39)}{391,1} = -12,3 \text{ м}$$

4.2. Определим массу перемещаемого с борта на борт судна груза для обнажения пояса наружной обшивки, лежащего ниже ватерлинии на 0,3 м.

Определим массу перемещаемого груза по формуле начальной остойчивости:

$$m = \frac{M \cdot h}{l_y} \cdot \text{tg}(\theta)$$

Определим статистический угол крена судна при перемещении груза с борта на борт (Рисунок 4.1)

$$\theta = \text{arctg} \frac{0,3}{B/2}$$

$$\theta = \text{arctg} \frac{0,3}{16/2}$$

$$\theta = 2,15^\circ$$

					Лист
Изм	Ред	№ Докум	Подпись		

Рисунок 4.1 – Перемещение груза с борта на борт.

Масса перемещаемого груза:

$$m_{\text{груза}} = \frac{4708.9 \cdot 0.76}{16} \cdot 0.038$$
$$m_{\text{груза}} = 8,5_T$$

С помощью ДСО, используя выражение:

$$m = \frac{Ml}{l_y \cos \theta}, \text{ где:}$$

$l_y = B = 16.0$ – расстояние на которое переместили груз, равное ширине судна,
 $\theta = 2.15^\circ$ - статический угол крена при перемещении груза с борта на борт,
 l – плечо статической остойчивости при угле крена θ ;

По ДСО находим плечо статической остойчивости при угле крена $\theta = 2.15^\circ$:

$$l = 0.02 \text{ м;}$$

Получаем массу груза:

$$m = \frac{4708.9 \cdot 0.029}{16.0 \cdot 0.999} = 294.6 \cdot 0.029 = 8.6 \text{ т.}$$

					Лист
Изм	Ред	№ Докум	Подпись		

4.3. Определим изменение метацентрической высоты судна после подъема на промысловую палубу судна трала с уловом 80 т.

После приема груза массой 80 т массовое водоизмещение судна стало:

$$M_1 = M + 80$$

$$M_1 = 4708.1 + 80 = 4788.1 \text{ т}$$

по приложению 2.10, используя полученное массовое водоизмещение M_1 найдем площадь ватерлинии:

$$S_{\text{вл}} = 1177.5 \text{ м}^2$$

Изменение средней осадки от приема на судно улова массой 80 т:

$$\delta T = \frac{m}{\rho \cdot S_{\text{вл}}}$$

$$\delta T = \frac{80}{1,025 \cdot 1177,5} = 0,66 \text{ м} \approx 0,07 \text{ м}$$

Для определения изменения метацентрической высоты судна используем формулу начальной остойчивости:

$$\delta h = \frac{m}{M + m} \left(T + \frac{\delta T}{2} - z - h \right)$$

$$\delta h = \frac{80}{4708.1 + 80} \left(5.08 + \frac{0.07}{2} - 3.32 - 0.76 \right) = 0.017 \text{ м}$$

4.4. Определим, на какое расстояние от плоскости мидель - шпангоута должен быть принят груз массой 300 т, чтобы осадка судна кормой не изменилась.

После приема груза массой 300 т массовое водоизмещение судна стало:

$$M_1 = M + 300$$

$$M_1 = 4708.1 + 300 = 5008.1 \text{ т}$$

Осадку судна кормой примем неизменной:

$$T_k = 6,15 \text{ м}$$

По приложению 2.2, используя:

-M и T_k найдем x_c : $x_c = - 4,4 \text{ м}$

- M_1 и T_k найдем x_{c1} : $x_{c1} = - 3,4 \text{ м}$

					Лист
Изм	Ред	№ Докум	Подпись		

Абсцисса центра тяжести, принимаемого груза будет равна:

$$x = \frac{M_1 \cdot x_{c1} - M \cdot x_c}{m}$$
$$x = \frac{5008.1 \cdot (-3.4) - 4708.1 \cdot (-4.4)}{300} = 12.1 \text{ м}$$

4.5. Определим изменение метацентрической высоты судна при заливании промысловой палубы судна слоем воды 0,3 м.

Метацентрическая высота меняется вследствие приема груза и из-за наличия свободной поверхности.

В нашем случае грузом является вода. Найдем её массу:

$$m = \frac{V_6}{\rho}$$
$$V_6 = l_{\text{палубы}} \cdot B \cdot t,$$

где l – длина промысловой палубы, t – слой воды на промысловой палубе, B – ширина промысловой палубы.

$$l_{\text{палубы}} = 2/3 \cdot L_{\text{ПП}}$$
$$l_{\text{палубы}} = 2/3 \cdot 103,7 = 69,1 \text{ м}$$

Значит, масса воды, попавшая на промысловую палубу:

$$m = \frac{69,1 \cdot 16 \cdot 0,3}{1.025} = 323,6 \text{ т}$$

Массовое водоизмещение судна:

$$M_1 = M + m$$
$$M_1 = 4708.9 + 323,6 = 5032,5 \text{ т}$$

Объемное водоизмещение судна:

$$V = \frac{M_1}{\rho}$$
$$V = \frac{5032.5}{1.025} = 4909.8 \text{ м}^3$$

По приложению 2.10, используя полученное массовое водоизмещение M_1 найдем площадь ватерлинии:

$$S_{\text{вл}} = 1205,4 \text{ м}^2$$

					Лист
Изм	Ред	№ Докум	Подпись		

Изменение средней осадки после заливания промышленной палубы:

$$\delta\Gamma = \frac{m_g}{\rho \cdot S_{\text{вл}}}$$

$$\delta\Gamma = \frac{323,6}{1,025 \cdot 1205,4} = 0,26\text{ м}$$

Найдем момент инерции площади свободной поверхности воды относительно продольной центральной оси:

$$i_x = k \cdot l \cdot b^3 = \frac{l_{\text{палубы}} \cdot B^3}{12}$$

$$i_x = \frac{69,1 \cdot 16^3}{12} = 23590\text{ м}^4$$

Для определения изменения метацентрической высоты судна воспользуемся формулу начальной остойчивости:

$$\delta h = \frac{m}{M + m} \left(T + \frac{\delta\Gamma}{2} - z - h - \frac{i_x}{V} \right)$$

$$\delta h = \frac{323,6}{4708,1 + 340,1} \left(5,08 + \frac{0,26}{2} - 3,32 - 0,76 - \frac{23590}{4924,8} \right) = -0,247\text{ м}$$

Метацентрическая высота после заливания промышленной палубы:

$$h_1 = h + \delta h$$

$$h_1 = 0,76 - 0,247 = 0,513\text{ м}$$

4.6. Определим, на сколько уменьшилась метацентрическая высота судна от обледенения, если период качки увеличился на 20%.

Период бортовой качки судна в условиях обледенения определяется по формуле:

$$\tau_{\theta} = \frac{C \cdot B}{\sqrt{h}}$$

Т.к. период бортовой качки в условиях обледенения увеличился на 20%, то:

$$\tau_{\theta 1} = 1,2 \cdot \tau_{\theta 2}$$

$$\frac{C \cdot B}{\sqrt{h_1}} = 1,2 \cdot \frac{C \cdot B}{\sqrt{h_2}}$$

					Лист
Изм	Ред	№ Докум	Подпись		

$$h_1 = \frac{h}{1.44}$$

Изменение метацентрической высоты судна:

$$\delta h = h_1 - h = \frac{h}{1.44} - h = h \cdot (0.694 - 1) = -0.306 \cdot h$$

$$\delta h = -0.306 \cdot 0.76 = 0.23 \text{ м}$$

4.7. Определим угол крена судна на установившейся циркуляции при скорости судна на прямом курсе 12 уз.

Наибольший кренящий момент на циркуляции найдем по формуле:

$$M_{кр} = 0,23 \frac{M \cdot v^2}{L} \cdot \left(z_g - \frac{T}{2} \right)$$

$$M_{кр} = 0,23 \frac{4708.1 \cdot 6.2^2}{130.7} \cdot \left(6.89 - \frac{5.08}{2} \right) = 1635 \text{ кН}$$

Угол крена на циркуляции равен:

$$\theta^{\circ} = 57.3 \frac{M_{кр}}{M \cdot g \cdot h}$$

$$\theta^{\circ} = 57.3 \frac{1635}{4708.1 \cdot 9.8 \cdot 0.76} = 2.672^{\circ} \approx 2.7^{\circ}$$

Проверим требования, предъявляемые Российским Морским Регистром Судоходства:

$$\theta^{\circ} = 2.7^{\circ} < 12^{\circ}$$

В данном варианте эксплуатационной нагрузки судна угол крена на циркуляции удовлетворяет требованиям Российского Морского Регистра судоходства.

4.8. Найдем метацентрическую высоту судна, сидящего на мели без крена с осадкой носом и кормой на 0,5 м меньше, чем на глубокой воде.

					Лист
Изм	Ред	№ Докум	Подпись		

Определим критическую осадку, при которой судно начинает терять остойчивость. Находим осадки судна носом и кормой после посадки судна на мель по формулам:

$$\begin{aligned}T_{н1} &= T_n - 0,5 \\T_{н1} &= 4,0 - 0,5 = 3,5 \text{ м} \\T_{к1} &= T_k - 0,5 \\T_{к1} &= 6,15 - 0,5 = 5,65 \text{ м}\end{aligned}$$

Находим среднюю осадку судна по формуле:

$$\begin{aligned}T &= \frac{T_{н1} + T_{к1}}{2} \\T &= \frac{3,5 + 5,65}{2} = 4,6 \text{ м}\end{aligned}$$

По приложению 2.2, по осадкам носом и кормой находим массовое водоизмещение судна после посадки на мель:

$$M_a = 4200 \text{ т}$$

По приложению 2.3, по осадкам носом и кормой находим аппликату центра величины судна после посадки на мель:

$$z_{ca} = 2,66 \text{ м}$$

По приложению 2.4, по осадкам носом и кормой находим метацентрический радиус судна после посадки на мель:

$$r_a = 5 \text{ м}$$

Аппликата метацентра судна после посадки на мель:

$$z_{ma} = z_{ca} + r_a$$

$$z_{ma} = 2,66 + 5 = 7,66 \text{ м}$$

Метацентрическую высоту судна сидящего на мели находим по формуле:

$$h_a = z_{ma} - \frac{M}{M_a} \cdot z_g$$

$$h_a = 7,66 - \frac{4708,1}{4200} \cdot 6,89 = -0,06 \text{ м}$$

Проверим требования, предъявляемые Российским Морским Регистром Судоходства:

$$h_a > 0,05 \text{ м}$$

$$h_a = 0,06 \text{ м} > 0,05 \text{ м}$$

					Лист
Изм	Ред	№ Докум	Подпись		

В данном варианте эксплуатационной нагрузки остойчивость судна на мели удовлетворяет требованиям Российского Морского Регистра судоходства к аварийным судам.

при изменении уровня воды значение $V_a \cdot Z_{ma}$ так же изменяется, и при так называемой критической осадке $T_{кр}$ становится равным $V \cdot Z_g$. Начиная с этого момента при дальнейшем уменьшении осадки судно начнет валиться на бок. Для определения $T_{кр}$ строим кривую, показывающую зависимость $V_a \cdot Z_{ma}$ от T (рисунок 4.2)

Занесем в таблицу 4.1 осадки судна носом и кормой для нескольких произвольных вариантов загрузки судна:

$$T_{н1} = T_n - t$$

$$T_{к1} = T_k - t$$

$$t = 0 ; 0.5 ; 1.0 ; 1.5$$

Таблица 4.1. - Значения осадок судна носом и кормой

T_n , м	3,5	3,0	2,5	2,0
T_k , м	5,65	5,15	4,65	4,15
$T_{ср}$, м	4,6	4,1	3,6	3,1

По приложению 2.2, по осадкам носом и кормой находим массовое водоизмещение для каждого из вариантов. Найдем объемные водоизмещения по формуле:

$$V = M / \rho$$

Полученные результаты занесем в таблицу 4.2

Таблица 4.2. - Значения массовых и объемных водоизмещении судна

T_n , м	4.6	4.1	3.6	3.1
M , т	4200	3400	3250	2500
V , м ³	4098	3317	3170	2439

По приложению 2.3 , по осадкам носом и кормой находим аппликаты центров величин.(таблица 4.3)

					Лист
Изм	Ред	№ Докум	Подпись		

Таблица 4.3. - Значения аппликат центров величин

Тн, м	3,5	3,0	2,5	2,0
Тк, м	5,65	5,15	4,65	4,15
Zc, м	2.66	2.35	2.05	1.8

По приложению 2.4, по осадкам носом и кормой находим метацентрический радиус судна для каждого из вариантов (таблица 4.4).

Таблица 4.4. - Значения метацентрических радиусов

Тн, м	3,5	3,0	2,5	2,0
Тк, м	5,65	5,15	4,65	4,15
г, м	5.0	5.5	5.9	6.6

Рассчитаем аппликату метацентра судна для каждого из вариантов по формуле:

$$z_{ma} = z_{ca} + r_a$$

Результаты занесем в таблицу 4.5

Таблица 4.5 - Значения аппликат метацентра

Тср, м	4,6	4,1	3,6	3,1
Zм, м	7,66	7,85	7,95	8,4

Значения функции $V_i \cdot Z_{mi}$ в зависимости от значений средней осадки судна занесем в таблицу 4.6.

Таблица 4.6. - Значения функции $V_i \cdot Z_{mi}$

Тср, м	4,6	4,1	3,6	3,1
$V_i \cdot Z_{mi}$, м⁴	31391	26038	25202	40488

График зависимости $V_i \cdot Z_{mi}$ от Т приведен на рисунке 4.2.

по рисунку 4.2 по значению $V \cdot Z_g = 31650$ м⁴ определяем значение критическ осадки:

$$T_{\text{критическое}} = 4,84\text{м}$$

Изм	Ред	№ Докум	Подпись		Лист

4.9. Определим динамические углы крена от динамически приложенного кренящего момента, от давления ветра для двух случаев положения судна. В первом случае наклонения происходят с прямого положения, во втором - судно наклонено на наветренный борт на угол, равный амплитуде бортовой качки.

По приложению 2.9, используя среднюю осадку, судна, снимаем с графиков площадь парусности и плечо парусности.

$$S = 1100 \text{ м}^2$$

$$Z = 6.09 \text{ м}$$

Для судна неограниченного района плавания и в зависимости от плеча парусности из документации Российское Морское Регистр Судоходства выбираем значение давления ветра:

$$p = 1173 \text{ Н/м}^3$$

Динамически приложенный кренящий момент вычисляем по формуле:

$$M_{кд} = 0,001 \cdot p \cdot S \cdot z$$

$$M_{кд} = 0,001 \cdot 1173 \cdot 1100 \cdot 6.09 = 7858 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

В судовой отчетной документации выбираем площадь скуловых килей:

$$A_k = 2 \cdot 14,2 \text{ м}^2$$

Найдем отношение суммарной площади скуловых килей A к произведению LB :

$$\frac{A}{L \cdot B} \cdot 100\% = \frac{2 \cdot 14,2}{103,7 \cdot 16,0} \cdot 100\% = 1,7\%$$

Из найденного отношения по таблице Регистра выбираем коэффициент, учитывающий влияние скуловых килей:

$$k = 0,92$$

Найдем отношение ширины судна к его средней осадке

$$\frac{B}{T} = \frac{16,0}{2,08} = 3,1$$

По найденному отношению из таблиц Регистра выбираем значение безразмерного множителя x_1 :

$$x_1 = 0,91$$

Рассчитаем коэффициент общей полноты для данного варианта загрузки судна:

$$\delta = \frac{V}{L \cdot B \cdot T}$$

$$\delta = \frac{4594}{103,7 \cdot 16 \cdot 5,08} = 0,545$$

					Лист
Изм	Ред	№ Докум	Подпись		

По коэффициенту общей полноты из таблиц Регистра выбираем значение безразмерного множителя x_2 :

$$x_2 = 0.89$$

Найдем параметр Y который принимают в зависимости от района плавания судна и отношения $h^{0.5}/B$

$$\frac{\sqrt{h}}{B} = \frac{\sqrt{0.76}}{16} = 0.05$$

По найденному отношению из таблиц Регистра выбираем значение Y :

$$Y = 25.0$$

Амплитуду пачки вычислим по формуле:

$$\theta_m = k \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot Y$$

$$\theta_m = 0.92 \cdot 0.91 \cdot 0.89 \cdot 25.0 = 18.628 \approx 18.6^\circ$$

Динамические углы крена при действии на судно момента $M_{кр}$ находят из условия равенства работ восстанавливающего и кренящего моментов при наклонении судна в первом случае от 0° и до θ_d° во втором случае от θ_m до θ_d° . Работы восстанавливающего и кренящего моментов геометрически представлены площадями, ограниченными соответственно диаграммой статической остойчивости и кривой плеч кренящего момента, а также осью абсцисс и ординатами 0° и θ_d° в первом случае и θ_m и θ_d° - во втором. Определение динамических углов крена по ДСО и ДДО при условии, что статистический кренящий момент равен моменту восстанавливающему, представлено на рисунке 4.3 и рисунке 4.4 соответственно.

$\theta_{CT1} = 13^\circ$ - точка устойчивого положения равновесия

$\theta_{CT2} = 84^\circ$ - точка не устойчивого положения равновесия

$\theta_d = 24,5^\circ$ - динамический угол крена от динамически приложенного кренящего момента, наклонение с прямого положения

Определение динамического угла крена от динамически приложенного кренящего момента по ДСО и ДДО для случая, когда судно наклонено на наветренный борт на угол равный амплитуде бортовой качки, представлено на рисунке 4.5 и рисунке 4.6 соответственно.

$\theta_d = 38^\circ$ - динамический угол крена от динамически приложенного кренящего момента

					Лист
Изм	Ред	№ Докум	Подпись		

4.10 - Определим критерий погоды.

Учет критерия погоды производится по старым правилам при условии, если судно было заложено до 1 июля 2002г.

Судно стоящее лагом к волнению и ветру должно не опрокидываясь противостоять бортовой качке и динамически приложенному давлению ветра.

Волны будут качать судно с амплитудой θ_{2r}

$$\theta_{2r} = k \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot Y$$
$$\theta_{2r} = 18.6^{\circ}$$

В тот момент, когда судно качнулось на один борт, со стороны этого борта налетает шквал, который создает кренящий момент M_v

$M_{кр}$ создается силой давления ветра p_v

$$M_{кр} = 0,001 \cdot p_v \cdot A_v \cdot z_v,$$

где A_v -площадь парусности

z_v -плечо парусности

$$M_{кр} = 0,001 \cdot 1173 \cdot 1100 \cdot 6.09 = 7858 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Причем кренящему моменту $M_{кр}$ соответствует плечо $l_{кр} = 0.17 \text{ м}$

По рисунку 4.7 определяем плечо опрокидывающего момента $l_{опр}$ по ДСО

$$l_{опр} = 0,34 \text{ м}$$

По рисунку 4.8 находим плечо опрокидывающего момента $l_{опр}$ по ДДО

$$l_{опр} = 0,34 \text{ м}$$

Критерий погоды определяется, как отношение опрокидывающего момента к кренящему.

$$K = \frac{M_{опр}}{M_{кр}} = \frac{l_{опр}}{l_{кр}},$$

где K – критерий погоды

$$K = \frac{0.34}{0.17} = 2 \geq 1$$

Учет критерия погоды производится по старым правилам при условии, если судно было заложено после 1 июля 2002г.

Судно находится под действием постоянного ветра направленного перпендикулярно ДП, которому соответствует плечо l_{w1} кренящего момента.

От угла крена вызванного под воздействием волн судно начинает крениться на противоположный борт, равный амплитуде θ_r

$$\theta_r = 109 \cdot k \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot \sqrt{r \cdot S}$$

					Лист
Изм	Ред	№ Докум	Подпись		

Рассчитаем параметр r .

$$r = 0.73 + 0.6 \cdot \frac{Z_g - T_\theta}{T_\theta}$$
$$r = 0.73 + 0.6 \cdot \frac{6.89 - 5.08}{5.08} = 0.94$$

Рассчитаем инерционный коэффициент.

$$C = 0.373 + 0.023 \cdot \frac{B}{T} - 0.043 \cdot \frac{L}{100}$$
$$C = 0.373 + 0.023 \cdot \frac{16}{5.08} - 0.043 \cdot \frac{103.7}{100} = 0.4$$

Рассчитаем период бортовой качки T_θ .

$$T_\theta = \frac{2 \cdot C \cdot B}{\sqrt{h}}$$
$$T_\theta = \frac{2 \cdot 0.4 \cdot 16}{\sqrt{0.76}} = 14.7$$

Для судов неограниченного района плавания по периоду бортовой качки из таблицы Регистра выберем безразмерный коэффициент S .

$$S = 0.05$$

Вычислим амплитуду качки:

$$\theta_r = 109 \cdot 0.92 \cdot 0.91 \cdot 0.89 \cdot \sqrt{0.944 \cdot 0.05} = 17.6^\circ$$

Плечо кренящего момента вычислим по формуле:

$$l_{w1} = \frac{p_v \cdot A \cdot z_v}{1000 \cdot g \cdot M},$$

где $z_v = z + T/2$

$$z_v = 6.09 + 2.54 = 8.63 \text{ м}$$
$$l_{w1} = \frac{504 \cdot 1100 \cdot 8.63}{1000 \cdot g \cdot M} = 0.1 \text{ м}$$

Плечо кренящего момента от порыва ветра:

$$l_{w2} = 1.5 \cdot l_{w1}$$
$$l_{w2} = 1.5 \cdot 0.1 = 0.15 \text{ м}$$

					Лист
Изм	Ред	№ Докум	Подпись		

По рисунку 4.9. определяем значение a и b и находим критерий погоды по формуле:

$$K = \frac{b}{a}$$
$$K = \frac{1142}{324} = 3.52 \geq 1$$

Критерий погоды удовлетворяет требованиям Регистра.

Критерий погоды по новым правилам можно рассчитать аналитическим путем. Для этого необходимо вычислить площади a и b .

На рисунке 4.10. приведена диаграмма динамической остойчивости со всеми необходимыми построениями.

$$b = l_{d50} - l_{d\theta 2} - l_{w2}(\theta_{50} - \theta_2)$$
$$b = 0.34 - 0.02 - 0.15 \left(\frac{50 - 12}{57.3} \right) = 0.221$$
$$a = l_{d\theta 1} + l_{w2} \left(\frac{\theta_2 - \theta_1}{57.3} \right) - l_{d\theta 2}$$
$$a = 0.01 + 0.15 \left(\frac{12 - (-4)}{57.3} \right) - 0.02 = 0.062$$

Найдем критерий погоды:

$$K = \frac{b}{a}$$
$$K = \frac{0.221}{0.062} = 3.52 \geq 1$$

Критерий погоды удовлетворяет требованиям Регистра

					Лист
Изм	Ред	№ Докум	Подпись		