

Министерство транспорта России
Федеральная служба морского флота
Дальневосточная государственная морская академия
имени адмирала Г.И.Невельского

Кафедра "Управление судном"

ОЦЕНКА ОСТОЙЧИВОСТИ СУДНА
С ГЕНЕРАЛЬНЫМ ГРУЗОМ

Методические указания к выполнению лабораторной работы
по технологии перевозки грузов
Специальность 2402

Составил В.Г. Минеев

Владивосток
1997

Позиция № 73
в плане издания
методической литературы
1996 года

Рецензент: Е.И. Жуков

Составил Владимир Григорьевич Минеев
Оценка остойчивости судна с генеральным грузом
Методические указания

1,1 уч.-изд. л.
Тираж 150 экз.

Формат 60 × 84 1/16
Заказ

Отпечатано в типографии ДВГМА им. адм. Г.И.Невельского
Владивосток, 59, ул. Верхнепортовая, 50а
Компьютерный набор — В.Г. Минеев
Компьютерная верстка и графика — С.В. Коркишко

Оглавление

| | |
|---|----|
| Введение | 4 |
| 1. Задание лабораторной работы | 4 |
| 2. Начальная метацентрическая высота без поправки на влияние свободных поверхностей жидких грузов | 5 |
| 3. Исправленная начальная метацентрическая высота. Нормирование и контроль значений | 6 |
| 4. Диаграммы статической и динамической остойчивости и их графический контроль | 8 |
| 5. Контроль соответствия параметров ДСО требованиям Регистра | 12 |
| 6. Критерий погоды | 13 |
| 6.1. Требования Регистра | 13 |
| 6.2. Кренящий момент от давления ветра | 13 |
| 6.3. Условная расчетная амплитуда качки | 14 |
| 6.4. Опрокидывающий момент | 16 |
| 7. Критерий ускорения | 18 |
| Литература | 19 |

Введение

Лабораторная работа предусматривает выполнение расчета параметров и оценку остойчивости судна с генеральным грузом при наличии диаграммы статической остойчивости и является идентичной части практического расчета остойчивости, производимого на судах грузовыми помощниками капитана.

1. Задание лабораторной работы

Для судна и варианта, использованных в предыдущей лабораторной работе по определению количества груза по посадке [1], при загрузке, соответствующей большей средней осадке, необходимо выполнить следующее:

1) вычислить исправленную метацентрическую высоту h , приняв положение аппликаты центра тяжести судна Z_g , превышающее среднюю осадку d_{cp} судна на:

2,4 м при $d_{cp} < 4,00$ м,

2,0 м при $4,01 < d_{cp} < 4,50$ м,

1,7 м при $d_{cp} > 4,51$ м;

2) начертить диаграмму статической остойчивости судна произвольной формы, соответствующую найденному значению h ;

3) рассчитать и построить диаграмму динамической остойчивости, согласовать ее с диаграммой статической остойчивости;

4) выбрать и установить для рассматриваемого судна значения критериев его остойчивости;

5) рассчитать параметры остойчивости судна, соответствующие выбранным критериям;

6) вычертить сводную таблицу критериев и параметров остойчивости, изображенную на рис. 1, заполнить ее, сделать выводы относительно действительной остойчивости, характеризуемой представленными диаграммами.

Некоторые теоретические положения и вся информация из судовой

документации, необходимые для лучшего понимания и проведения требуемых расчетов, а также рекомендации по выбору исходных данных для них приведены в соответствующих разделах методических указаний.

| Параметры и критерии устойчивости | | |
|-----------------------------------|---|-------------------------------|
| Обозначение критерия и параметра | Нормируемое значение (критерий для судна) | Расчетное значение (параметр) |
| h | | |
| ... | | |
| K^* | | |

Рис. 1. Вид сводной таблицы критериев и параметров устойчивости

2. Начальная метацентрическая высота без поправки на влияние свободных поверхностей жидких грузов

Начальная метацентрическая высота без поправки на влияние свободных поверхностей жидких грузов h_0 определяется по одной из формул:

$$\begin{aligned} h_0 &= Z_m - Z_g, \\ h_0 &= r - a = r - (Z_g - Z_c). \end{aligned}$$

Значения аппликаты метацентра Z_m , центра величины Z_c и метацентрического радиуса r снимаются с кривых элементов теоретического чертежа (*КЭТЧ*) в зависимости от водоизмещения или средней осадки. Вместо *КЭТЧ* могут быть использованы так называемые гидростатические таблицы (табличная форма представления *КЭТЧ*).

В рассматриваемой лабораторной работе используется чертеж с *КЭТЧ* судна, принятого в работе по определению количества груза по посадке судна [1].

3. Исправленная начальная метацентрическая высота. Нормирование и контроль значений

Ввиду наличия на судне жидких грузов, его действительная начальная (или на малых углах крена) остойчивость характеризуется исправленной метацентрической высотой h , а не h_0 :

$$h = h_0 - \delta h, \text{ м},$$

где δh – поправка на влияние свободных поверхностей жидких грузов, рассчитываемая по формуле

$$\delta h = \frac{\sum \Delta m h}{\Delta}, \text{ м}.$$

Здесь $\sum \Delta m h$ – общая поправка от влияния всех учитываемых цистерн;
 Δ – водоизмещение судна, m .

Значения поправок $\Delta m h$, m , вычисляются проектантом судна по специальным правилам для каждой цистерны и приводятся в Информации об остойчивости для капитана. При расчете общей поправки, согласно Правилам Регистра судоходства РФ [2] и ранее изданным, учитываются только цистерны, удовлетворяющие условию:

$$|\Delta m h| < |\Delta_{\min}|,$$

где Δ_{\min} – водоизмещение, соответствующее варианту минимальной загрузки судна, возможной в эксплуатации, и нормируемое Регистром.

Расчет общей поправки производится суммированием поправок всех заполненных и учитываемых цистерн либо регламентируется проектантом (российским или иностранным) с указанием конкретного значения поправки для какого-либо вида загрузки судна. Например: для судов типа "Влас Ничков" Информация об остойчивости дает: $\sum \Delta m h = 1418 \text{ тм}$ при наличии балласта на судне и $\sum \Delta m h = 145 \text{ тм}$ – при его отсутствии, а для т/х "Варнемюнде" при всех случаях загрузки его Информация приводит значение $\sum \Delta m h = 1477 \text{ тм}$.

Как видно, для обоих типов судов документы рекомендуют принимать наибольшую из возможных поправок δh без учета действительного

наличия свободных поверхностей жидких грузов, что даёт ошибку в безопасную сторону. Такой упрощенный и поэтому приближенный подход к учету свободных поверхностей приводит к некоторому недоиспользованию грузоподъемности судна, по сравнению с точным способом, принимающим в расчет только используемые цистерны.

Исправленная метацентрическая высота может быть вычислена другим, равнозначным указанному выше, способом по формуле:

$$h = Z_m - Z'_g,$$

где $Z'_g = \frac{M_z + \sum \Delta m h}{\Delta}$.

Здесь Z'_g – возвышение Ц.Т. судна над основной плоскостью с учетом влияния свободных поверхностей жидких грузов;

$M_z = \sum P_i \cdot Z_i = \Delta \cdot Z_g$, m_m – суммарный статический момент статей нагрузки судна относительно основной плоскости.

В рассматриваемой лабораторной работе необходимо принять:

$\sum \Delta m h = 165 \text{ тм}$ для судна без балласта;

$\sum \Delta m h = 1072 \text{ тм}$ для судна с балластом.

Рассчитанное значение исправленной начальной метацентрической высоты должно быть проконтролировано сравнением с соответствующим назначению судна и виду его груза значением h , нормированным Регистром или специальным приказом судовладельца и называемым критерием.

Нормируемые Правилами [2] для различных сухогрузных судов и их нагрузок значения исправленной начальной метацентрической высоты следующие:

1. $h > 0 \text{ м}$ – для всех судов, при всех вариантах нагрузки, за исключением судна порожнем;
2. $h > (0,05 \div 0,15) \text{ м}$ – для лесовозов с лесным грузом в трюмах и на палубе, в зависимости от количества запасов;
3. $h > 0,20 \text{ м}$ – для накатных судов с грузом и для контейнеровозов с контейнерами, без учета обледенения;
4. $h > 0,30 \text{ м}$ – для судов с зерновым грузом;
5. $h > 0,50 \text{ м}$ – для нерыболовных судов длиной менее 20 м при всех

вариантах нагрузки, за исключением судна порожнем.

С целью обеспечения безаварийной эксплуатации судов, Управлением безопасности мореплавания АО "ДВМП" в последнее время ежегодно издается распоряжение, согласно которому "... для всех судов, перевозящих лесные грузы на верхней палубе, минимальное значение метацентрической высоты должно быть не менее 30 см с оптимальным дифферентом на корму в пределах 0,5 м."

4. Диаграммы статической и динамической остойчивости и их графический контроль

Остойчивость судна на больших углах крена характеризуется диаграммами статической (ДСО) и динамической остойчивости (ДДО), представляющими зависимость плеч статической l и динамической l_g остойчивости от угла крена θ .

Плечо статической остойчивости l в общем виде определяется выражением

$$l = l_f - l_e,$$

где l_f – плечо остойчивости формы, а l_e – плечо остойчивости веса.

Последнее вычисляется по формуле

$$l_e = (Z_g - Z_c) \cdot \sin \theta = a \cdot \sin \theta,$$

где Z_g и Z_c – аппликаты центра тяжести и центра величины судна (см. рис. 2а).

Плечи остойчивости формы в зависимости от объемного водоизмещения приводятся в Информации об остойчивости в виде нескольких кривых, соответствующих углам крена судна 10, 12, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 градусов.

Вместо плеч формы очень часто проектантом судна используются плечи пантокарен l_p , рассчитанные с помощью специального прибора для измерения площадей шпангоутов при наклонении судна вокруг произвольно выбранной точки полюса P . В этом случае плечи статической остойчивости определяются по формулам, приведенным на рис. 2б и 2в.

Плечо динамической остойчивости определяется как интеграл, имеющий общий вид:

$$l_d = \int_0^{\theta} l d\theta.$$

Оно отражает площадь диаграммы статической остойчивости от 0 градусов до угла крена θ и рассчитывается интегрированием в табличной форме диаграммы статической остойчивости.

Весь расчет плеч диаграмм статической и динамической остойчивости обычно производят в табличной форме. Фрагмент одной из таких таблиц с примером расчета плеч динамической остойчивости приведен под рис. 3 (см. табл. 1), где представлены соответствующие примеру диаграммы статической и динамической остойчивости судна N .

В лабораторной работе необходимо построить диаграммы и выполнить расчет плеч динамической остойчивости аналогично этим рисунку и фрагменту, на одном листе. Масштаб плеч выбрать таким, чтобы он был кратен 10. Условную расчетную амплитуду бортовой качки θ_r определяют и наносят на диаграмму позже при расчете критерия погоды.

Во вторую строку табл. 1 необходимо занести значения плеч статической остойчивости, снятых с произвольно вычерченной $ДСО$, а в третьей и четвертой строках рассчитать плечи динамической остойчивости по формуле:

$$l_d = \frac{\delta\theta}{2} \cdot \sum_0^{\theta} l,$$

где $\delta\theta$ – шаг угла крена, принятый для $ДСО$, в радианах;

$\sum_0^{\theta} l$ – интегральная сумма значений плеч статической остойчивости.

Эта сумма для первого расчетного угла крена равна значению его плеча статической остойчивости, для других углов она определяется сложением трех ”примыкающих” к надлежащему месту записи искомой суммы значений предыдущей суммы и плеч согласно направлению стрелок, как показано в табл. 1.

Графический контроль $ДСО$ проводят с помощью начальной метацентрической высоты h . В данной лабораторной работе выполняется обратная задача – построение $ДСО$ по известной h , поэтому в ней необходимо произвести только контроль $ДДО$.

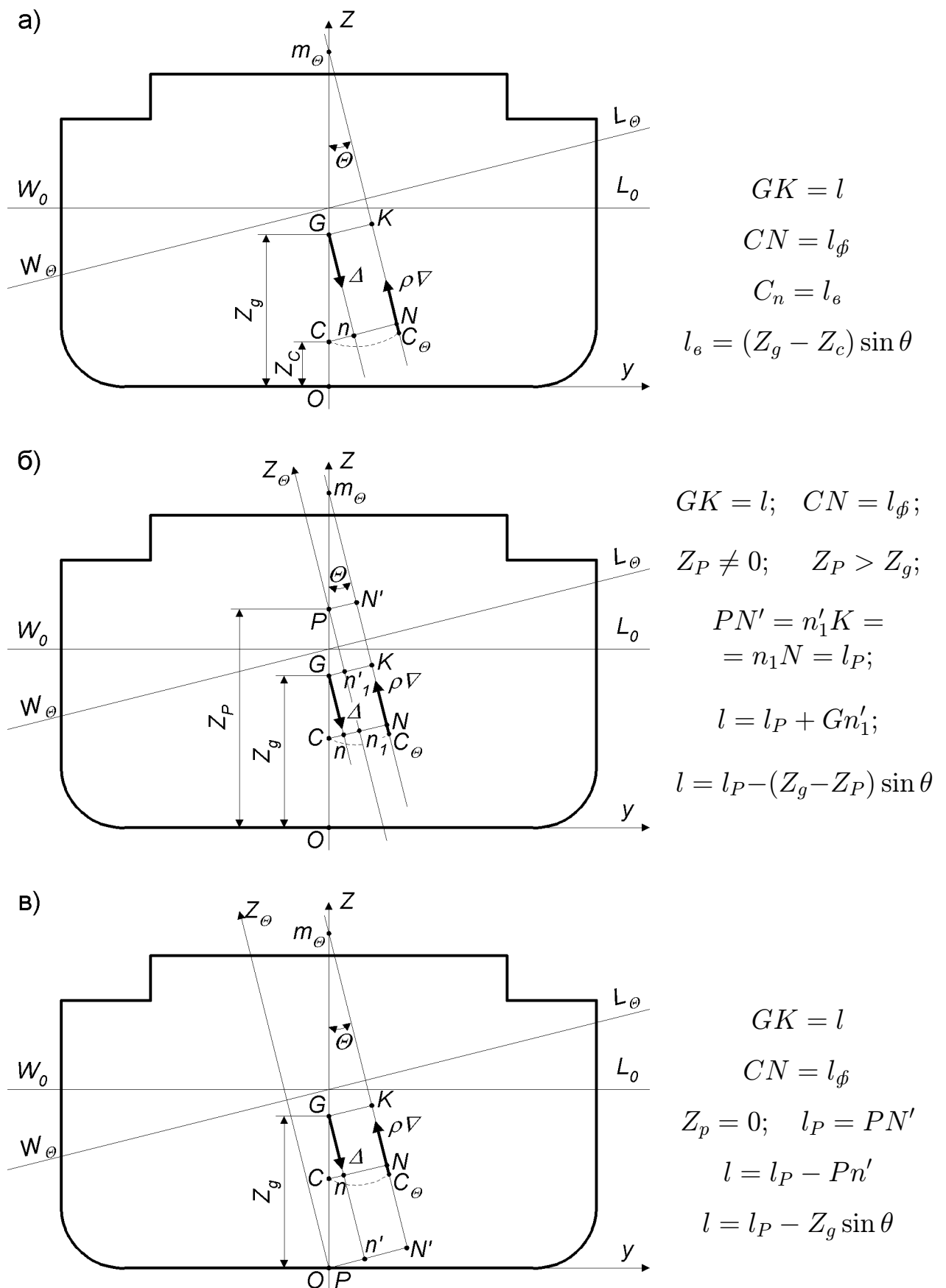


Рис. 2. Плечи статической устойчивости

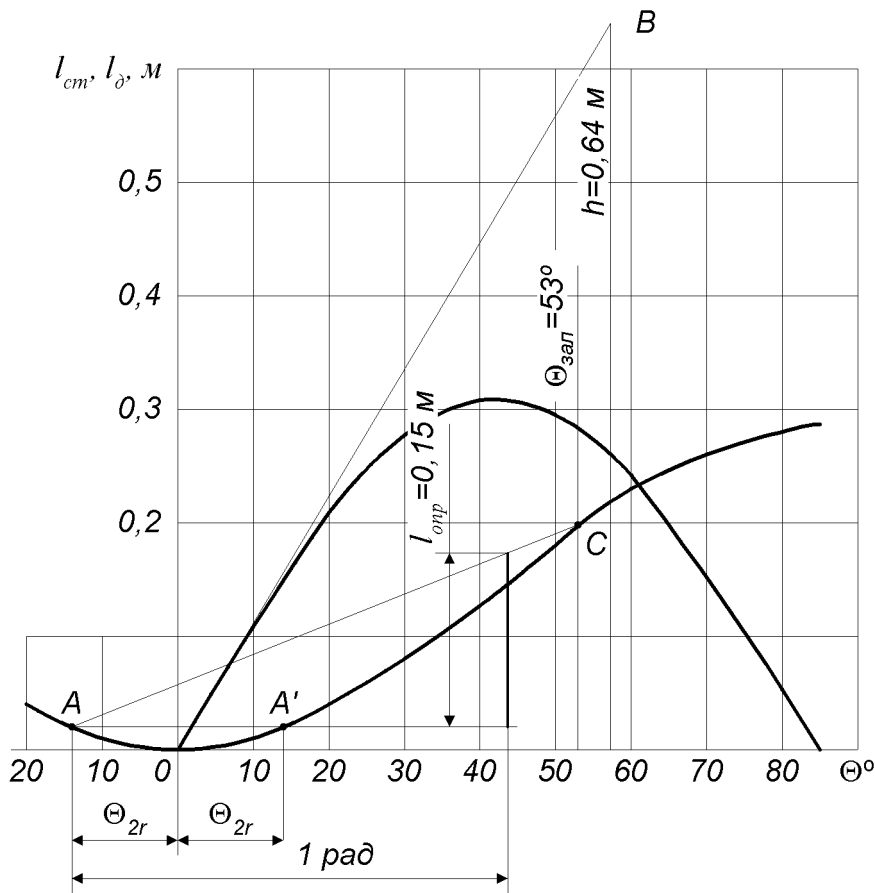


Рис. 3. Диаграммы остойчивости

Таблица 1

Расчет плеч динамической остойчивости

| θ , град | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| l_{cm} , м | 0,108 | 0,209 | 0,277 | 0,308 | 0,295 | 0,242 | 0,152 | 0,053 |
| $\sum_0^\theta l_{cm}$ | 0,108 | 0,425 | 0,911 | 1,496 | 2,099 | 2,636 | 3,030 | 3,225 |
| l_d , м | 0,01 | 0,04 | 0,08 | 0,13 | 0,18 | 0,23 | 0,26 | 0,28 |

Графический контроль ДДО основан на приведенной выше интегральной зависимости плеч динамической и статической остойчивости. Правильно рассчитанные и построенные диаграммы должны удовлетворять следующим условиям.

1. Точки экстремальных (максимума или минимума) значений ДСО соответствуют (т.е. лежат на одной вертикали) точкам перегиба ДДО.

2. Точки экстремальных значений *ДДО* соответствуют точкам, при которых *ДСО* пересекает ось абсцисс: точка *O* ($\theta = 0$ градусов) является минимумом *ДДО* при $h > 0$ и максимумом при $h < 0$, точка заката *ДСО* соответствует максимуму *ДДО*. Если этого нет, значит в расчете или построении *ДДО* допущены ошибки.

5. Контроль соответствия параметров *ДСО* требованиям Регистра

Диаграмма статической остойчивости полностью характеризует остойчивость судна на малых и больших углах крена. Поэтому Регистр [2] предъявляет к ней следующие общие (дополнительные зависят от типа судна) требования:

- угол крена θ_m , соответствующий максимуму *ДСО*, должен быть не менее 30° ;
- максимальное плечо *ДСО* l_{\max} при угле θ_m должно быть не менее $0,25$ м для судов с $L < 80$ м, и не менее $0,20$ м для судов с $L > 105$ м.

При промежуточной длине судна величина l_{\max} определяется линейной интерполяцией;

- угол заката диаграммы $\theta_{\text{зак}}$ должен быть не менее 60° .

Судно обязано удовлетворять этим требованиям при учете в *ДСО* поправки на свободные поверхности, а также при условии $L > 20$ м и $B/D < 2$, где B и D – ширина и высота борта судна, соответственно.

Судам, не удовлетворяющим требованиям по углу заката диаграммы вследствие её обрыва при угле заливания, может быть разрешено плавание лишь как для судов ограниченного района плавания I или II. На рис. 3 показан такой случай, здесь угол заливания равен 53° .

6. Критерий погоды

6.1. Требования Регистра

Наряду с нормированием параметров остойчивости, рассмотренных выше, Регистр [2] требует, чтобы остойчивость судов неограниченного и ограниченного районов плавания I и II удовлетворяла критерию погоды K , а именно:

$$K = \frac{M_c}{M_v} = \frac{l_{опр}}{l_v} > 1,00.$$

Здесь M_c – минимальное значение условного расчетного кренящего момента, опрокидывающего судно (упрощенно – опрокидывающий момент), определенное с учетом бортовой качки;

M_v – динамически приложенный условный расчетный кренящий момент от давления ветра, принимаемый постоянным за весь период наклонения судна;

$l_{опр}$, l_v – плечи опрокидывающего и ветрового моментов, соответственно.

6.2. Кренящий момент от давления ветра

Значение условного расчетного кренящего момента M_v , в $\kappa H \times m$, принимается постоянным за весь период наклонения судна и определяется по формуле :

$$M_v = p_v \cdot A_v \cdot Z,$$

где p_v – условное расчетное давление ветра, $Па$;

A_v – площадь парусности, m^2 ;

Z – плечо парусности, или отстояние центра парусности от плоскости действующей ватерлинии, m .

Давление ветра нормируется Регистром в зависимости от района плавания и плеча парусности (см. табл. 2).

Для контейнеровозов – судов, специально оборудованных для перевозки грузов в контейнерах международного стандарта, величина давления p_v принимается равной 0,6 от значений табл. 2.

Таблица 2

Давление ветра p_v , Па, для судов неограниченного плавания

| | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|-------------|
| $Z, м$ | 1,0 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 5,5 | 6,0 | 6,5 | 7,0 и более |
| $p_v, Па$ | 706 | 863 | 922 | 971 | 1010 | 1049 | 1079 | 1108 | 1138 | 1167 | 1196 | 1216 |

Площадь парусности для действующей ватерлинии и соответствующее ей плечо на практике определяются по графикам или таблицам из Информации об остойчивости.

В лабораторной работе их необходимо рассчитать, так как заданы они только для средней осадки $d_{cp} = 4,80 м$ (см. первую строку табл. 3). Расчет произвести в идентичной таблице.

Таблица 3

Расчет площади и плеча парусности

| Наименование | Площадь $A_v, м^2$ | Возвышение центра парусности над ОП, $Z_{on}, м$ | Статический момент, $M_{Z_{on}}, м^3$ |
|--|--------------------|--|---------------------------------------|
| Парусность при средней осадке $d_{cp} = 4,80 м$ | 870 | 7,05 | 6133,5 |
| Изменение парусности при изменении осадки $\delta d = \pm?? м$ | $\pm??$ | ?? | $\pm??$ |
| Парусность при заданной осадке $d_{cp} = ??$ | ?? | ?? | ?? |

6.3. Условная расчетная амплитуда качки

В соответствии с рекомендациями [2], значение амплитуды качки, учитываемой при определении опрокидывающего момента, рассчитывается по формулам:

$$\begin{aligned} \theta_{1r} &= X_1 \cdot X_2 \cdot Y, \\ \theta_{2r} &= k \cdot \theta_{1r}, \end{aligned}$$

где θ_{1r} – амплитуда качки (условная расчетная) судна с круглой скулой, не снабженного скуловыми или брусковым килями, град;

θ_{2r} – амплитуда качки судна со скуловыми килями или брусковым килем, или с тем и с другим вместе, град;

X_1, X_2 – безразмерные множители;

Y – множитель, град;

k – безразмерный коэффициент.

Значения множителей и коэффициента k принимаются согласно [2] и таблицам этого пункта, в зависимости от соответствующих параметров:

$$\frac{B}{d}; \quad \frac{\sqrt{h_0}}{B}; \quad C_b; \quad \frac{A_k}{L \cdot B}, \quad \%,$$

где B – ширина судна, м;

d – средняя осадка, соответствующая рассматриваемому водоизмещению судна, м;

h – начальная метацентрическая высота без поправки на влияние свободных поверхностей, м;

$C_b = \nabla / (L \cdot B \cdot d)$ – коэффициент общей полноты судна при осадке по конструктивную ватерлинию;

A_k – суммарная габаритная площадь скуловых килей, м²;

L – длина судна между перпендикулярами, м;

∇ – объемное водоизмещение судна, м³.

Таблица 4

Значения множителя X_1

| $\frac{B}{d}$ | 2,4 и менее | 2,6 | 2,7 | 2,8 | 2,9 | 3,0 | 3,1 | 3,2 | 3,3 | 3,5 и выше |
|---------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------|
| X_1 | 1,00 | 0,96 | 0,95 | 0,93 | 0,91 | 0,90 | 0,88 | 0,86 | 0,84 | 0,80 |

Примечание. При $B/d > 2,5$ остойчивость судна должна быть дополнительно проверена по критерию ускорения.

Таблица 5

Значения множителя X_2

| C_b | 0,45 и менее | 0,50 | 0,55 | 0,60 | 0,65 | 0,70 и более |
|-------|--------------|------|------|------|------|--------------|
| X_2 | 0,75 | 0,82 | 0,89 | 0,95 | 0,97 | 1,00 |

Таблица 6

Значения множителя Y для судов неограниченного района плавания

| $\frac{\sqrt{h_0}}{B}$ | 0,04 и менее | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,10 | 0,11 | 0,12 | 0,13 и выше |
|------------------------|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------------|
| $Y, \text{ град}$ | 24,0 | 25,0 | 27,0 | 29,0 | 30,7 | 32,0 | 33,4 | 34,4 | 35,3 | 36,0 |

Примечание. При $\sqrt{h_0}/B > 0,08$ остойчивость судна должна быть дополнительно проверена по критерию ускорения.

Таблица 7

Значения коэффициента k

| $\frac{A_k}{L \cdot B}$ | 0,0 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 и выше |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| k | 1,00 | 0,98 | 0,95 | 0,88 | 0,79 | 0,74 | 0,72 | 0,70 |

Для судна в лабораторной работе принять $A_k = 17,4 \text{ м}^2$.

Расчетные значения амплитуд качки следует округлять до целых градусов.

6.4. Опрокидывающий момент

Опрокидывающий момент M_c или его плечо l_{opr} определяется графическим способом по диаграммам динамической или статической остойчивости согласно рекомендациям [2]. Проще и точнее эта операция выполняется с помощью ДДО, поэтому здесь рассмотрим лишь этот прием.

Графическое определение l_{opr} по ДДО производится следующим образом (см. рис. 4).

Вправо от начала координат откладывается амплитуда качки, и на кривой динамической остойчивости фиксируется точка A' . Через точку A' на диаграмме проводится прямая, параллельная оси абсцисс, и на ней влево от точки A' откладывается отрезок $A'A$, равный двойной амплитуде качки.

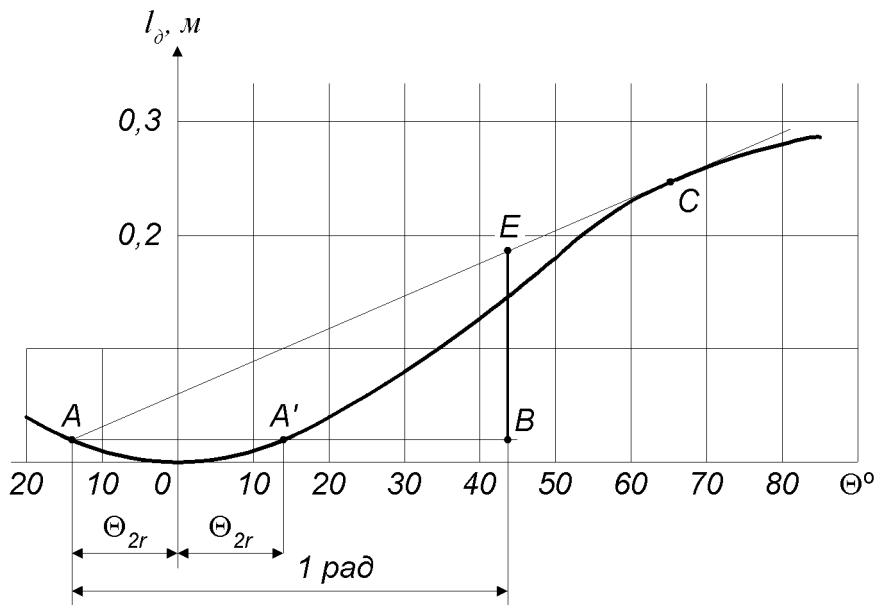


Рис. 4. Определение опрокидывающего момента по диаграмме динамической остойчивости

Из точки A проводится касательная AC к диаграмме динамической остойчивости, и от точки A на прямой, параллельной оси абсцисс, откладывается отрезок AB , равный одному радиану. Из точки B восстанавливаем перпендикуляр BE до пересечения с касательной AC в точке E . Отрезок BE равен плечу $l_{опр}$ опрокидывающего момента, если диаграмма построена в масштабе плеч. Опрокидывающий момент

$$M_c = 9,81 \cdot \Delta \cdot l_{опр}, \quad \kappa H \times м.$$

На рис. 3 приведено определение $l_{опр}$ при ограничении диаграммы остойчивости углом заливания. Все отличия здесь в том, что AC – не касательная к диаграмме, так как точка C на ней соответствует углу заливания.

Кривая углов заливания в зависимости от водоизмещения судна обычно приводится в Информации об остойчивости.

Для всех вариантов загрузки судна в лабораторной работе угол заливания превышает 60° , поэтому $l_{опр}$ определяется с помощью касательной к ДДО.

7. Критерий ускорения

Остойчивость сухогрузного судна по критерию ускорения K^* должна проверяться в случаях загрузки судна грузами с малым удельным погруженным объемом: тяжелыми навалочными грузами, металлопродукцией и т.п., а также, независимо от вида груза, в случае соблюдения одного из условий:

$$\frac{B}{d} > 2,5 \quad \text{или} \quad \frac{\sqrt{h_0}}{B} > 0,08.$$

В лабораторной работе необходимо проверить эти условия и рассчитать K^* , независимо от результата их выполнения и вида груза.

Согласно [2], остойчивость по критерию ускорения K^* считается приемлемой, если в рассматриваемом состоянии нагрузки расчетное ускорение (в долях g) не превышает предельно допустимого значения, т.е. выполняется условие:

$$K^* = \frac{0,30}{A_{расч}} \geq 1,$$

где $A_{расч}$ – расчетное значение ускорения (в долях от ускорения свободного падения g), определяемое по формуле:

$$A_{расч} = 1,1 \cdot 10^{-3} \cdot B \cdot m^2 \cdot \theta_r.$$

Здесь $m = m_0/\sqrt{h_0}$ – нормируемая частота собственных колебаний судна;

m_0 – коэффициент, определяемый по табл. 8, в зависимости от величины $\frac{h_0}{\sqrt{\nabla}} \cdot \frac{B}{Z_g}$;

θ_r – расчетная амплитуда качки: θ_{1r} или θ_{2r} ;

∇ , Z_g – водоизмещение, m^3 , и аппликата ЦТ судна, m , соответственно, для рассматриваемого случая загрузки.

Таблица 8

Значения коэффициента m_0

| $\frac{h_0}{\sqrt[3]{\nabla}} \cdot \frac{B}{Z_g}$ | m_0 | $\frac{h_0}{\sqrt[3]{\nabla}} \cdot \frac{B}{Z_g}$ | m_0 |
|--|-------|--|-------|
| 0,10 и менее | 0,34 | 1,00 | 1,96 |
| 0,15 | 0,42 | 1,50 | 2,45 |
| 0,25 | 0,64 | 2,00 | 2,69 |
| 0,50 | 1,13 | 2,50 | 2,86 |
| 0,75 | 1,58 | 3,00 и более | 2,94 |

Литература

1. Минеев В.Г. Определение количества груза по посадке судна. Методические указания к лабораторной работе по технологии перевозки грузов. Владивосток/ ДВГМА, 1992. – 29 с.

2. Правила классификации и постройки морских судов. 1990. Т. 1/ Регистр СССР. Л.: Транспорт, 1989. – 630 с.