

ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова

Факультет навигации и связи

Кафедра МиУС

К.т.н., доц. Коротков Б.П.

Теория судна. Статика

Лекция № 12

**Общие принципы
нормирования
стойчивости судна**



Вопросы лекции

1. Понятие об общих принципах нормирования остойчивости
2. Контроль и поддержание остойчивости судна

Знание, понимание и профессиональные навыки в соответствии с минимальным стандартом компетентности для вахтенных помощников капитана судов (в соответствии с ПДНВ)

1. Знание влияния груза, включая тяжеловесные грузы, на мореходность и остойчивость судна
2. Рабочее знание и применение информации об остойчивости, посадке и напряжениях, диаграмм и устройств для расчета напряжений в корпусе

Знание, понимание и профессиональные
навыки в соответствии с минимальным
стандартом компетентности для
капитанов и старших помощников
капитана (в соответствии с ПДНВ)

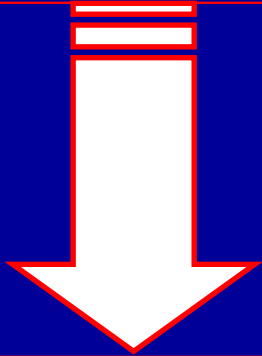
1. Знание рекомендаций ИМО,
касающихся остойчивости судна

1. Понятие об общих принципах нормирования устойчивости

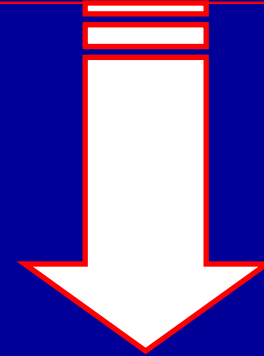
Минимальные требования к остойчивости судов:

- «Международный Кодекс устойчивости неповрежденных судов» ИМО
- «Правила классификации и постройки морских судов» Российского морского Регистра
- Правила других классификационных обществ (BL, GL, DNV, ABS, etc...)

Требования к остойчивости судов



**Общие
требования
(для всех
судов)**



**Дополнительные
требования
(к отдельным типам
судов)**

Общие требования к стойчивости включают:

1. Критерий погоды – физический критерий достаточности устойчивости судна
2. Набор требований к отдельным характеристикам устойчивости:
 1. Требования к ДСО
 2. Требования к метацентрической высоте
 3. Учет обледенения судна

- Критерий погоды - это отношение опрокидывающего момента к кренящему моменту от давления ветра:

$$K = \frac{M_c}{M_v}$$

- M_c – опрокидывающий момент
- M_v – динамически приложенный кренящий момент от давления ветра

Условие достаточной остойчивости

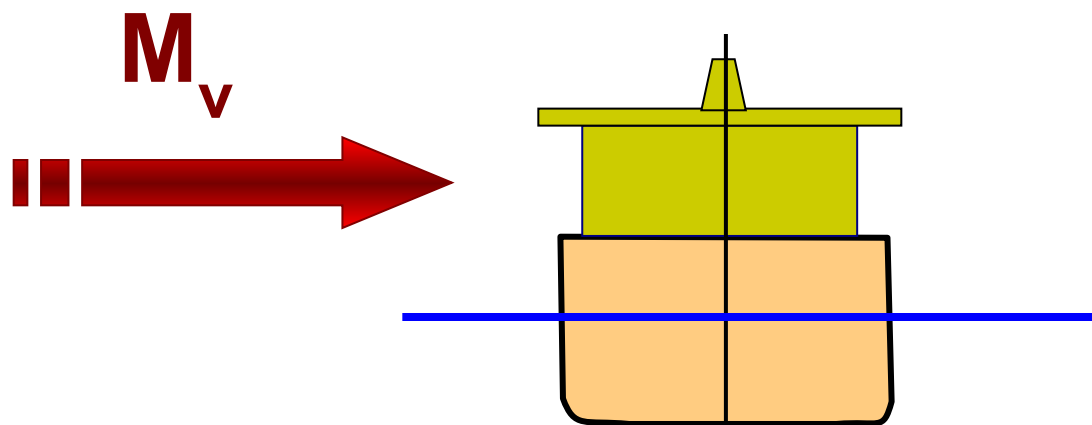
- Остойчивость судна считается удовлетворительной, если $K \geq 1$
- Для судов, работающих в тяжелых штормовых условиях, остойчивость считается достаточной при $K \geq 1,5$

- Критерий погоды моделирует критическую ситуацию, в которой может оказаться судно
- Выполнение критерия погоды проверяется по-разному для судов, построенных до 1 июля 2002 года и после этой даты

Критическая ситуация для судов, построенных до 1 июля 2002г :

1. Судно испытывает симметричную бортовую качку амплитудой θ_r
2. При достижении наибольшего крена на ЛБ, на судно со стороны ЛБ действует ветровой кренящий момент M_v

Критическая ситуация для судов, построенных до 1 июля 2002г



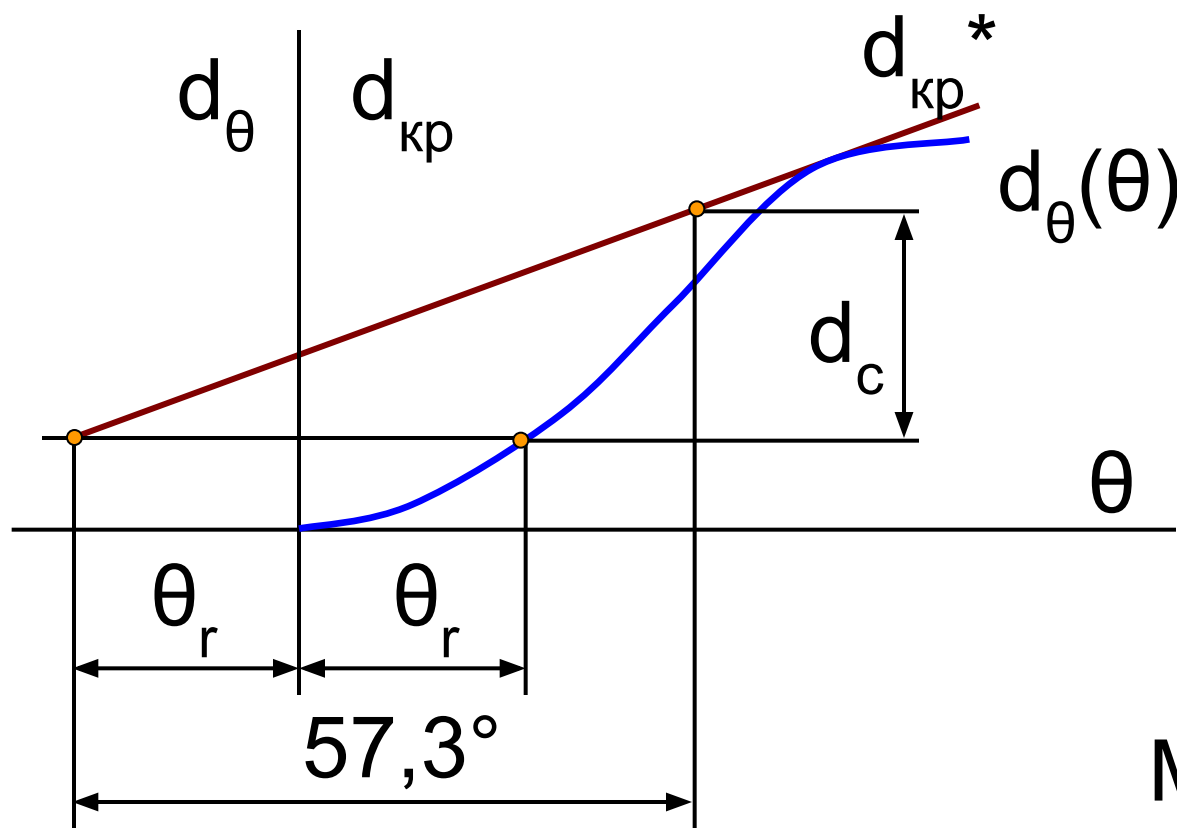
Амплитуда качки θ_r

M_v – ветровой кренящий момент
(динамический)

Определение опрокидывающего и ветрового кренящего моментов

- Опрокидывающий момент определяется либо по ДСО, либо по ДДО
- Методики определения ветрового кренящего момента M_v и амплитуды качки θ_r приведены в «Правилах Регистра»

Определение опрокидывающего момента по ДДО



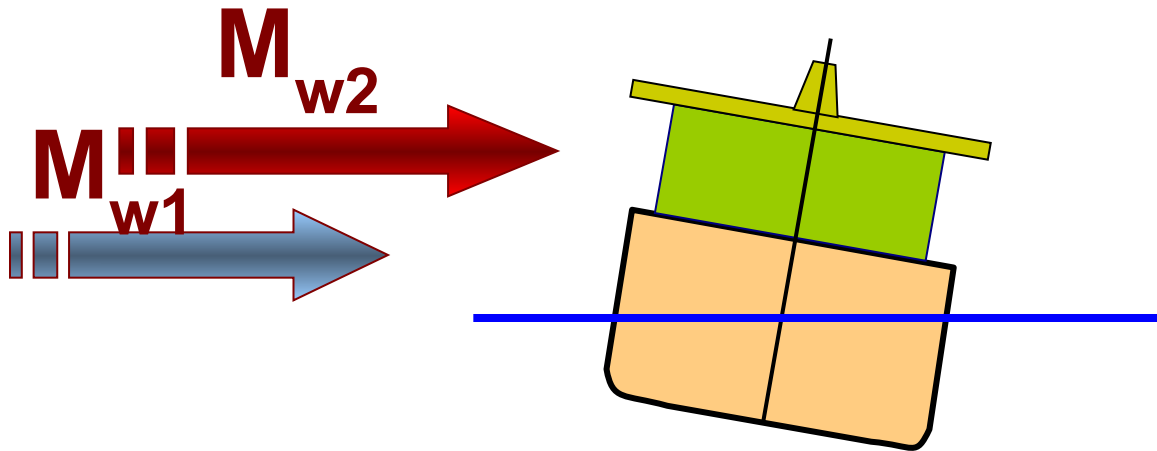
$$M_c = g \Delta d_c$$

Критическая ситуация для судов, построенных после 1 июля 2002 г

1. Судно имеет крен θ_0 на ПБ под действием постоянного ветрового момента M_{w1} (плечо l_{w1})
2. Судно качается с амплитудой θ_1
3. При достижении крена на ЛБ $\theta_0 - \theta_1$ со стороны ЛБ действует шквальный ветровой момент M_{w2} (плечо l_{w2})

Постоянный угол крена θ_0

Амплитуда качки θ_1



Судно должно выдержать
динамически приложенный
ветровой кренящий момент M_{w2} ,
не опрокинувшись

Суда, построенные после 1 июля 2002 г

- Выполнение критерия погоды проверяется с помощью ДСО после нанесения на нее графиков плеч статического I_{w1} и динамического кренящего момента I_{w2}

Требования к статическому крену

- Статический угол крена θ_0 должен быть не более 16° , либо угла входа в воду кромки открытой палубы (в зависимости, что меньше)
- Требования к θ_0 лесовозов и контейнеровозов изложены отдельно

Требования к ДСО

- В интервале от 0 до 30° площадь под положительной частью ДСО должна быть не менее 0,055 м рад
- В интервале от 0 до 40° площадь под положительной частью ДСО должна быть не менее 0,09 м рад
- В интервале от 30° до 40° площадь под положительной частью ДСО должна быть не менее 0,03 м рад

Требования к ДСО и метацентрической высоте

- Установлены требования к максимальному плечу ДСО, углу максимума ДСО и углу заката
- Исправленная начальная поперечная метацентрическая высота всех судов для всех вариантов нагрузки, за исключением «судна порожнем» должна быть не менее 0,15м.

Дополнительные требования к ОСТОЙЧИВОСТИ :

- | | |
|---------------------------------|--|
| 1. Пассажирские суда | 7. Буксиры |
| 2. Сухогрузные суда | 8. Дноуглубительные суда |
| 3. Лесовозы | 9. Суда длиной менее 24м |
| 4. Наливные суда | 10. Контейнеровозы |
| 5. Рыболовные суда | 11. Суда обеспечения |
| 6. Суда специального назначения | 12. Суда смешанного плавания (река-море) |

Пассажирские суда:

- Угол статического крена при скоплении пассажиров на верхней палубе у одного борта должен быть не более угла входа в воду палубы или выхода из воды скулы
- Угол крена от совместного действия кренящего момента от скопления пассажиров у борта и кренящего момента на установившейся циркуляции не должен превышать угла, при котором палуба входит в воду или скула выходит из воды; во всяком случае, он должен быть не более 12°

Сухогрузные суда

- Остойчивость должна проверяться при вариантах загрузки:
 1. Судно при осадке по летнюю грузовую марку и наличии однородного груза, заполняющего грузовые трюмы, твиндеки, комингсы и шахты грузовых люков, с полными запасами и без жидкого балласта;
 2. Судно, как в первом варианте нагрузки, но с 10 % запасов и, если необходимо, с жидким балластом;

Сухогрузные суда

3. Судно без груза, с полными запасами
4. Судно, как в третьем варианте нагрузки, но с 10 % запасов

- Если при проверке остойчивости судна окажется, что хотя бы один из параметров

$$\frac{\sqrt{h}}{B} \text{ и } B/d$$

превышает 0,08 и 2,5 соответственно, остойчивость должна быть дополнительно проверена по критерию ускорения K^*

Лесовозы

- Исправленная начальная МЦВ лесовоза в течение всего рейса должна быть не менее 0,1м – 0,15м для вариантов нагрузки, оговоренных в «Правилах»
- Площадь под ДСО до угла 40° должна быть не менее 0,08м рад
- Максимальное плечо ДСО должно быть не менее 0,25м
- Угол статического крена от действия ветра должен быть не более 16°

Контейнеровозы

- Определенный по ДСО угол крена на циркуляции или под действием постоянного бокового ветра должен быть не более половины угла, при котором палуба входит в воду; в любом случае он не должен превышать 16°

Суда смешанного (река-море) плавания

- Остойчивость этих судов должна удовлетворять всем требованиям в соответствии с назначением судна (как для морских судов)
- Кроме того, остойчивость судов ограниченного плавания должна проверяться по критерию ускорения
- Ускорения при качке судна не должны превышать определенной величины, что обеспечивается ограничением величины МЦВ «сверху»

2. Контроль и поддержание остойчивости судна

Изменения остойчивости судна в эксплуатации:

- Увеличение нагрузки вследствие накопления изменений постоянных грузов (модернизации, реновации, окраска, установка дополнительного оборудования и т.п.)
- Текущие изменения нагрузки (прием-расходование судовых запасов, балласта, прием груза и т.п.)

Контроль остойчивости судна:

- Периодический контроль
- Текущий контроль, совмещаемый с расчетом и контролем текущих изменений нагрузки и посадки судна.

Кренование и взвешивание судна

- Кренование судна – опытное определение нагрузки и остойчивости.
- При креновании определяются величины Δ , z_g , x_g для нагрузки порожнем, а также период собственной бортовой качки (по возможности)
- Взвешивание – опытное определение Δ судна путем замера осадок.
- Порядок и правила проведения кренования и взвешивания изложены в «Правилах Регистра».

Текущий контроль и поддержание стойчивости судна

- Руководство по выполнению контроля изложено в «Информации капитану об устойчивости судна»
- «Информация» состоит из разделов:
 1. Общие сведения о судне
 2. Указания капитану
 3. Техническая информация
 4. Справочная информация

1. Общие сведения о судне

- Название
- Тип
- Место и время постройки
- Класс. Кем присвоен
- Флаг
- Главные размерения
- Эскиз грузовой марки
- Данные о креновании и т.п.

2. Указания капитану

- Цель раздела: обеспечить капитана информацией о посадке и остойчивости судна при загрузке, выгрузке и др. операциях
- Содержатся указания по выполнению требований нормативных документов
- Приводится перечень критериев остойчивости с указанием допустимых пределов

2. Указания капитану

- Сведения о посадке, остойчивости и прочности судна порожнем
- Указания по расходованию запасов, их распределению, по балластировке в рейсе, схемы балластировки
- Указания об ограничениях, связанных с погрузкой, разгрузкой, балластировкой и т.п.

2. Указания капитану

- Приведены типовые случаи загрузки судна
- Методика расчета нагрузки, посадки и остойчивости
- Сведения о компьютере для расчетов нагрузки и остойчивости, имеющемся на судне и о приборах контроля остойчивости

Расчеты, выполняемые капитаном

- Расчет водоизмещения, координат ЦТ судна, осадок, дифферента, сравнение с допустимыми
- Сравнение полученной аппликаты исправленного ЦТ судна с допустимой и проверка выполнения условий достаточности остойчивости

Расчеты, выполняемые капитаном

- Расчет и построение ДСО (и ДДО)
- Расчет критерия погоды для фактического состояния нагрузки
- Расчет угла крена на циркуляции

3. Техническая информация

- Вспомогательные материалы:
 - Чертежи общего расположения
 - Положение марок осадок
 - Шкала дедвейта
 - Таблицы элементов ТЧ
 - Данные по грузовым помещениям
 - Пантокарены или универсальная ДСО
 - Дифференциальные диаграммы

4. Справочная информация

- Материалы, которые могут потребоваться капитану, администрации (порта, флага) при решении вопросов, связанных с устойчивостью:
 - Диаграмма контроля устойчивости или ее аналог
 - Материалы для прямого расчета критерия погоды и др. документы

Задание на самостоятельную работу

- «Статика судна» 2009г.
 - П. 2.17 прочитать
 - П. 2.18 Изучить и законспектировать
 - П. 2.19. Изучить самостоятельно.

Конец