

## Расчет аварийной остойчивости толкача 3150л.с. с программами Orca3D и Sea Hydro

### Введение

Расчет выполнен для реального судна, которое сегодня находится в эксплуатации на реки Дунай и имеет следующие главные размерения и характеристики:

$L_{oa} = 37,97\text{m}$ ;  $L_{bp} = 36,80\text{m}$ ;  $B = 12,80\text{m}$ ;  $H = 2,60\text{m}$

Полное водоизмещение:  $D = 556\text{t}$ , осадка средняя  $T_{mean} = 1,634\text{m}$ ; осадка носом  $T_f = 1,582\text{m}$ ; осадка кормой  $T_a = 1,685\text{m}$ ; дифферент  $\psi = 0,161^\circ$ ;

$X_g = 16,51\text{m}$ ;  $Y_g = 0\text{m}$ ;  $Z_g = 2,1\text{m}$ ;  $C_b = 0,714$ ;  $C_{wp} = 0,949$ ;  $C_x = 0,99$

Судно с 10% запасов и топлива:  $D = 480,46\text{t}$ ; осадка средняя  $T_{mean} = 1,465\text{m}$ ;

осадка носом  $T_f = 1,221\text{m}$ ; осадка кормой  $T_a = 1,708\text{m}$ ; дифферент  $\psi = 0,758^\circ$ ;

$X_g = 17,21\text{m}$ ;  $Y_g = 0\text{m}$ ;  $Z_g = 2,36\text{m}$ ;  $C_b = 0,674$ ;  $C_{wp} = 0,939$ ;  $C_x = 0,975$

Модель корпуса выполнен мною с программой Rhinoceros 4.0 по Таблицам ординат практических ребер рабочего проекта существующего судна.

Расчет выполнен для свободно плавающего судна /без секционного состава/.

Мне, как профессионалу с многолетней практикой в судостроении и с немалым опытом в качестве конструктора и технолога, очень приятно продемонстрировать возможности программы Orca3D. Даже когда в ней все еще не включены такие функции как например „Расчет непотопляемости и аварийной остойчивости“.

На 22.11.2010 я опубликовал в Orca3D Forum такой расчет для толкача 3150л.с.-пр.592А. Это было неожиданно даже для руководителя программы Orca3D и он был очень скептически настроен по отношению к полученным конечным результатам. Это можно объяснить скорее с того факта, что такой документ отсутствует в проекте реального судна и нет возможности для сравнения и проверки. Толкач проектирован по Правилам Болгарского Судового Регистра от 1977 и в них нет обязательного требования для проверки непотопляемости толкачей. Ради этого до сих пор никто ее не вычислял.

Теперь, уже после знакомства с программой Sea Hydro, у нас есть возможность сравнить результаты остойчивости неповрежденного и поврежденного толкача согласно Правилам Русского Речного Регистра от 2008 года.

Из четырех случаев от прежней публикации возьмем только два самых опасных для аварийной остойчивости:

1. Судно с полными запасами и авария в ахтерпике
2. Судно с 10% запасов, 100% балласт в форпике и авария в ахтерпике

В реально существующем судне, в носовом районе Главной палубы эластично монтирована блок-надстройка для жилых помещений. Пространство, где расположен этот блок, изолировано от остальной части корпуса, но при наклонениях толкача в нем можно попасть вода. **Для более наглядного сравнения полученных результатов примем что ГП водонепроницаемая, то есть при поперечных наклонениях, после входа палубы в воду, диаграмма статической остойчивости не обрывается на угол заливания.**

Для конкретного судна-толкач плавающий по реке Дунай, кроме поперечных наклонениях от ветра и волн, более важно сколько будет минимальный надводный борт при дифференте по аварийную ватерлинию при симметричном затоплении ахтерпика.

Коэффициент проницаемости ахтерпика толкача согласно Правилам надо принять 0,85 так как он является румпельное помещение с механизмами для движения рулевых и фланкирующих перьях. Но мы принимаем его равным 0,95 так как он является сухим отсеком. Таким образом у нас будет резерв в минимальном надводном борте, так как отсек в действительности заполнится меньшим количеством воды в сравнении с настоящим расчетом, что означает меньший дифферентующий момент в корме и меньшую кормовую осадку.

Величины для поправок к метацентрических высот у неповрежденного толкача взяты из эксплуатационных документов судна.

Силуэт толкача можно увидеть на фигуре 1.

Компьютерную модель на 3D можно посмотреть на следующих сайтах:

<http://www.delftship.net/index.php/design-database>

[http://www.hydranship.net/projects/id\\_group/19](http://www.hydranship.net/projects/id_group/19)

На фигуре 2 показан корпус толкача и две аварийные ватерлинии по программу Orca3D.

На фигуре 3 показан отсек ахтерпика и две аварийные ватерлинии по программу Orca3D.

На фигуре 4 показаны отсеки форпика и ахтерпика по программу Sea Hydro.

На фигурах от 5 до 10 увидите Диаграммы статической остойчивости неповрежденного и поврежденного толкача по программу Orca3D.

На фигурах от 11 до 16 увидите результатов программы Sea Hydro, показанные в Диаграммах статической и динамической остойчивости.

На фигуре 17 показана Сравнительная таблица результатов по программами Orca3D и Sea Hydro для неповрежденного и поврежденного толкача.

От Сравнительную таблицу можно сделать следующие выводы:

1. Параметры ватерлиний/ осадки и дифферент/ неповрежденного и поврежденного судна совпадают у двух программ.
2. Поперечные метацентрические высоты для неповрежденного судна совпадают. Для поврежденного судна метацентрические высоты совпадают когда и на двух программ приложен способ приема жидкого груза. Если исправит метацентрические высоты по формуле для равенства коэффициентов остойчивости, тогда получается полное совпадение высот по двумя способами-приема жидкого груза и постоянного водоизмещения.
3. Кривые плеч остойчивости совпадают для неповрежденного судна и для поврежденного судна если расчет сделан по способу приема жидкого груза.
4. Кривые плеч остойчивости для поврежденного судна при расчете на Sea Hydro по способу постоянного водоизмещения не совпадают с окончательными/исправленными/ диаграммами по способу приема груза. Исправленные плечи диаграмм по способу приема груза меньше по сравнению с плечами по способу постоянного водоизмещения. Это означает что диаграммы по способу приема груза показывают более неблагоприятные и опасные состояния аварийной остойчивости.

Окончательные выводы о непотопляемости толкача:

Согласно Правилам при проверке непотопляемости отверстия, через которые возможно заливание судна, следует считать открытыми. К ним относятся и отверстия, которые могут быть открытыми в рабочем состоянии судна при эксплуатации-например вырезы для водонепроницаемых дверей у надстройки если они открытые в момента аварии. Это означает что можно рассматривать комингс двери МО на ГП как критическая точка при наклонениях в состояние аварии, соответствующая углу заливания, при достижении которого вода может проникнуть в МО. Для двух расчетных аварийных ватерлиний этот угол заливания равняется соответственно на 10,2 градуса при полном водоизмещении и на 11,15 градуса при судна с 10% запасов.

При этом положении, после конечного стадия аварии/равновесная аварийная ватерлиния/ если возникнет кренящий момент от ветрового давления, после угла заливания судно будет потопляемое.

Согласно Правилам Европейского союза река Дунай относится к третьей зоне плавания, то есть экстремальные метеорологические условия проявляются редко и практически толкач в аварийном состоянии можно буксировать до самого ближайшего порта для ремонта так как у него есть достаточный надводный борт/больше 75мм/ и положительная метацентрическая высота/на много больше 0,05м/, как это видно в Сравнительной таблице. Конечно в документе "Информация по аварийной остойчивости для капитана" надо добавить следующий текст: "При штормовых условиях все водонепроницаемые люки и двери надо быть закрытыми."

Инж. Размик Бахарян