

Расчет качки пассажирского катамарана на ПК для озеро Байкал

Прежде всего припомним книгу Чужимова „Основы динамики судов на волнении“ -2010г.,стр.21,рис.1.15 /см. скриншот/.

Там очень хорошо показано что представляет **энергетический спектр волнения**.

До выполнения расчета качки судна на нерегулярном волнении, предварительно надо найти подходящий спектр для конкретного бассейна эксплуатации судна.

Рассмотрим подобный спектр, опубликованным в книге Дормидонтова/в соавторстве/“Проектирование судов внутреннего плавания“, 1974г,стр.217 и 218, рис.15.1, ф-ла (15.4)-см. приведенные файлы.

На рис.15.1 в графике спектра для высоты волны $h = 3\text{м}$ /класс „М“ Речного Регистра РФ/ видно несоответствие. Указан процент обеспеченности высоты волны 1%, а в сущности в Правилах Речного Регистра от 1974г/см.скриншот/, также и в новых Правилах только для класс „М“ обеспеченность равна на 3%, а для прочих классов-1%.

Можно подумать что это обычная печатная ошибка, но текст на предидущей стр.217 подтверждает несоответствие-указано что только для класс „М-СП“ принимается $h_{3\%}=3,5\text{м}$, а для остальных классов-1%.

Я понял откуда дошел разницей:

И книга Дормидонтова и Правила РРР от 1974 опубликованы в 1974г, но в сущности у Дормидонтова в конце книги в перечне "Указатель литературы" под №38 цитированы Правила остойчивости РРР от 1969г. Явно в издании от 1974 РРР изменил свои Правила.

В книге Дормидонтова частота показана в 1/с (т.е. в герцы), плотность ординат энергетического спектра $S_{\zeta}(\sigma)$ в $\text{м}^2 \cdot \text{с}$, а $S_{\zeta}(\sigma) / D_{\zeta}$ в с (где D_{ζ} - дисперсия волнового спектра).

По рекомендованным формулам для крупных водохранилищах и озерах:

$\alpha_{\zeta} / \beta_{\zeta} \sim 0,12$ и $\beta_{\zeta} = \sigma_m \sim 1,07 \cdot \sigma_{50\%}$ (где $\sigma_{50\%}$ - средняя частота волн)

α_{ζ} и β_{ζ} – эмпирические коэффициенты;

σ_m – частота волн, соответствующей максимуму кривой $S_{\zeta}(\sigma)$

При $\sigma_{50\%} = 2\pi / \tau_{50\%}$ и $\tau_{\text{ср}} \sim \tau_{50\%} \sim 9,4 \cdot (h_{3\%}/g)^{1/2}$ (где $\tau_{\text{ср}}$ – средний период волн) и применяя $D_{\zeta} \sim 0,143 \cdot (h_{3\%}/2)^2$

Получим следующий спектр:

$$S_{\zeta}(\sigma) = 0,016 \cdot \left\{ \frac{1}{[0,024 + (\sigma + 1,28)^2]} + \frac{1}{[0,024 + (\sigma - 1,28)^2]} \right\}$$

в $\text{м}^2 \cdot \text{с}$

Задаем стойности частоты σ от 0 до 3,2 с^{-1} и получаем величины $S_{\zeta}(\sigma)$ в $\text{м}^2 \cdot \text{с}$

Чтобы получить данные для сравнения с расчетами в программе Maxsurf Motions Advanced v.23.02, делаем конвертировку размерностей по следующим формулам:

Для частоты: $1 \text{ Hz} = 1 \cdot \text{с}^{-1} = 2 \pi \text{ rad/s}$

Для спектральной плотности ординат: $1 \text{ м}^2 \cdot \text{с} = 0,159 \text{ м}^2 / (\text{rad/s})$

Графика спектра по книге Дормидонтова увидите в приложенном файле, вместе со спектрами полученными по Maxsurf.

По полученными двумя параметрами качки нерегулярного волнения по книге Дормидонтова:

1.Средний период $\tau_{cp} = 5,25$ сек

2.Дисперсия $D_z = 0,331$ м²

И при расчетной высоте волны по проект Н3% = 3м ($H_{1/3} \sim 2,3$ м), я решил применить спектр, рекомендуемый в программе Maxsurf Motions Advanced v.23.02 под обозначением "Two Parameter, Pierson-Moskowitz/Bretschneider", прняты на 12 Международной конференции опытовых бассейнов.

По существу это является энергетический спектр морского волнения, которого я модифицировал на меньшую высоту волны и на меньший средний период. Соответственно меньшая высота волны дает и меньшую дисперсию.

Цель была избежать полученную диаграмму спектра по Дормидонтову. Ручной счет был ясен- определяешь присоединенные массы, присоединенные инерционные моменты, редукционные коэффициенты /есть графики различных авторов/, определяешь передаточные функции и т.д.

Но мне не нравятся ручные способы. Предпочитаю подчинить софтуер на мою логику, обосновываясь на тот факт, что авторы программы создали окно для ввода плотности воды-т.е. **в программе есть возможность внести плотность 1т/м³ для пресной воды.**

Принятый мною способ расчета в программе – **Strip theory /Гипотеза плоских сечений/** допускает применение согласно мануала до скорости $F_nL = 0,7$, а в указанных в мануале примеров для катамарана с тонкими корпусами- до 0,8.

Катамаран в проекте отвечает на эти требования. При 50км/час = 13,9м/сек и LWL= 34,226м, получим $F_nL \sim 0,76$.

При полном весе 98т это наверно будет **переходный режим движения**.

Имея ввиду, кроме всего выше сказанного, что **Байкал является глубоководное озеро**, у меня не были никакие сомнения относительно влияния мельководия.

Сопоставляя результаты по программе Maxsurf с диаграмму спектра по книге Дормидонтова, я убедился в подлинности слова авторов: **“В водоемах с ограниченными размерами спектр $S_\zeta(\sigma)$ смещен по сравнению со спектром волн в открытых морях в сторону более высоких частот.”**

Хотел бы также и вкратце познакомить уважаемых читателей форума с некоторыми результатами из моего расчета/показанные в приложенных файлах/:

От Введения выбрал т.1.1 „Программа для расчета качки“ и т.1.2 „ Выбор энергетического спектра волнения“.

В т.4 „Результаты расчетов качки“ показаны перевод английских терминов на русском в теории качки и в формулах с пояснениями, также и для терминов в суммарных таблиц/см. файл/.

Из суммарных таблиц выбрал для читателей форума только начальную часть таблицы расчета качки при скорости 50км/час и курс судна относительно направления волнения 135 градуса /см. файл/.

В т.6 „Полярные диаграммы“ показаны перевод терминов и как пользоваться диаграммами /см. файл/.

От полярных диаграмм выбрал только 4 /см. файлы/:

- Для средне-квадратичных ускорений при бортовой качке в ЦТ местоположения пассажиров
- Для средне-квадратичных ускорений при килевой качке в ЦТ местоположения пассажиров
- Для средне-квадратичных ускорений при вертикальной качке в ЦТ местоположения пассажиров
- **Индекс комфорта пассажиров**

И наконец ответим и на вопрос „Зачем я сделал эту публикацию?“ .

Всегда думал что из специалистов, которые отвечают на различные вопросы в форуме, самым компетентным является Александр Романович /БАР/. Так что его комментарии для меня самые важные, но в никаком случае не являются решение от последней инстанции.

Конечно все могут высказаться и отправлять критические замечания, но **предпочитаю тех, которые теоретически и практически занимались или сейчас занимаются с проблемами мореходности судна и качки на взволнованном море, озеро или судоходная река.**

И так мой вопрос следующий: Возможный ли такой подход к расчету каким я принял-модифицировать морской спектр волнения таким образом, чтобы мог его применять для глубоководной акватории, класса „М“ по PPP ?

Всем спасибо за внимание.

NA Razmik Baharyan

Rousse-Bulgaria

12.12.2021

Последняя редакция от 30.12.2021