

В настоящее время авторами на языке С в системе Linux реализована имитационная модель шлюзования, с помощью которой предполагается решение как исследовательских, так и практических задач, связанных с судопропуском. В частности, на её базе элементарно строится метод нормирования шлюзования. Задача оптимизации судопропуска требует дополнительных изысканий в подборе эмпирических правил регулирования, зависящих от ситуации.

Список литературы:

[1] Пьяных С.М. Исследование задач моделирования и нормирования движения и обслуживания судов / С.М. Пьяных // Труды / ГИИВТ. – Горький, 1975. – Вып. 146. – С. 9–69.

А.Ю. Платов
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ОБОСНОВАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СОВРЕМЕННЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СУДОВ

Первые работы по обоснованию новых судов внутреннего плавания с целью разработки сетки судов и плана обновления флота принадлежали Звонкову В.В. (1928 г.) и Союзову А.А. (1953 г.). Впоследствии созданию методов обоснования в нашей стране были посвящены работы Арсеньева С.П., Воронина В.Ф., Горбунова Ю.В., Пашина В.М., Пьяных С.М., Савина В.И., выполненные в период 50–80 гг. За последние десять лет вопросам обоснования новых речных судов было посвящено всего лишь несколько кандидатских диссертаций (Нестеров О.Л., Самсонов Р.И., Мирошнченко С.К., Кочнев Ю.А.) и одна докторская (Сахновский Б.М.).

Существующие на сегодняшний момент методики обоснования технико-экономических параметров новых речных судов не отвечают в полной мере современным требованиям по следующим причинам. Во-первых, они отличаются примитивным характером моделирования пропульсивного комплекса, либо вообще отсутствием такого моделирования, что препятствует достоверному определению расходов на топливо, составляющих более 50% всех расходов. Во-вторых, эти методики не привязаны к существенным особенностям речных перевозок: переменным глубинам, скоростям течений, стеснённости фарватера, потерям времени на шлюзование и грузовые работы, которые значительным образом влияют на экономические показатели перевозок. Это обуславливает чрезвычайно грубые оценки параметров новых судов.

Потребность в уточнённом расчёте экономических параметров при заданных эксплуатационных характеристиках у судоходных компаний имеется. Это подтверждается опытом обоснования судов типа RSD44, построенных для ОАО «Волжское пароходство». Обоснование, выполненное проектантом – Морским Инженерным Бюро, оказалось недостаточным и очень грубым, что потребовало от заказчика проведения в 2009 г. дополнительных расчётов с выходом на величину расхода топлива.

Для подобных расчётов, позволяющих делать достоверный прогноз эксплуатационных расходов речного проектного судна в заданных условиях плавания, требуется метод расчёта винтовых и ограничительных характеристик. Подобные методы, предназначенные для практических нужд модели, появляются только с середины 80-х годов. Среди разработчиков таких моделей можно назвать Ф.М. Кацмана, В.А. Пискунова, А.Ю. Платова, В.И. Толшина, С. Bonivento, R. Izadi-Zamanabadi, H. Grimmelius, P.J. Schulten. Проблемой таких методов в свете расчётов проектного судна является

либо их высокая погрешность (более 30% по величине расхода топлива), либо потребность в большом числе параметров (более 20), которые затруднительно или нецелесообразно определять при эксплуатационном обосновании. Автором в ряде работ [1, 2] был разработан метод расчёта характеристик судна, который, обладая достаточной точностью, при этом пригоден для обоснования новых судов.

В основу метода положены ряд упрощающих допущения и зависимостей, к которым относятся 1) зависимость Д.А. Портнова; 2) линейная аппроксимация кривых действия гребных винтов; 3) зависимость Л.И. Фомкинского и 4) зависимости по геометрии корпуса.

Зависимость Д.А. Портнова [3] позволяет определить индикаторный к.п.д. η_i дизельного двигателя по выражению

$$\eta_i = \eta_{i0} \alpha^{\frac{1}{a}} \quad (1)$$

где η_{i0} – значение индикаторного к.п.д. при коэффициенте избытка воздуха $\alpha=1$.

Параметр η_{i0} вычисляется эмпирически на основании значений прототипа.

Зависимости Л.И. Фомкинского – это зависимости между критериями загрузки винта (комплекса) по упору σ_p (σ_k) и по мощности σ_N для четырёхлопастных винтов с дисковым отношением 0,55–0,58 [4]:

$$\sigma_N^{1/3} = 1,16\sigma_p^{5/12}; \quad \sigma_N^{1/3} = 1,13\sigma_k^{3/8} \quad (2)$$

где первая зависимость для винтов без насадок, а вторая – с насадками.

Зависимости по геометрии корпуса – это обычные эмпирические соотношения, которые применяются при проектировании судов внутреннего плавания [5].

Формулы (1), а также линейные функции, аппроксимирующие кривые действия, дают пять неизвестных параметров, которые определяются с помощью некоторого алгоритма на основе значений мощности двигателей, длины и грузоподъёмности судна, являющиеся таким образом варьируемыми параметрами.

В качестве оценки погрешности метода при известных параметрах судна может служить следующий рис. 1. Данная погрешность обеспечивается только первыми двумя допущениями. Можно видеть, что данный метод пригоден для экономического обоснования не только проектных, но и существующих судов.

Влияние зависимости Л.И. Фомкинского можно видеть на другом этапе расчётов, когда при заданной мощности и известных размерах судна определяется проектная скорость судна. Эта погрешность иллюстрируется рис. 2.

Сравнение расчётных данных с известными судами позволяет говорить о хорошем совпадении.

Так, расчёт по судну проекта №1577 мощностью 2х736 кВт даёт в грузу значение скорости 19,5 км/ч, а порожнём – 21,3 км/ч. Значение скорости по теплотехническим испытаниям – 19,7 км/ч и 20,6 км/ч соответственно. Для модели с размерениями судна проекта 507Б получаем 19,1 км/ч и 20,8 км/ч при значениях для реального судна 19,4 км/ч и 21 км/ч соответственно.

При неизвестной геометрии корпуса и мощности используются эмпирические зависимости, взятые с прототипов. Например, если задать грузоподъёмность 5000 т, то при отношениях $L/B=7$ $B/T=4,7$ и $\delta=0,85$, получим в результате расчёта судно размерами $L \times B \times T = 121,7 \text{ м} \times 17,4 \text{ м} \times 3,7 \text{ м}$, при мощности 1760 кВт и скорости 20,2 км/ч.

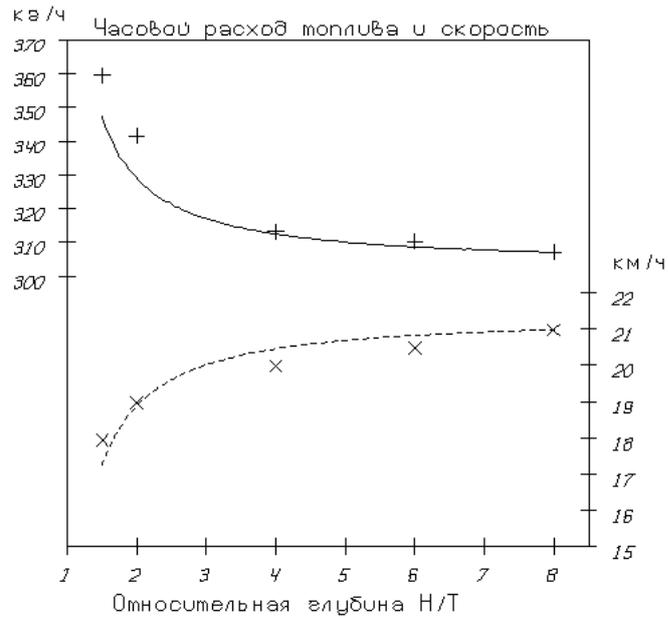


Рис. 1. Зависимость часового расхода топлива и скорости судна проекта № 507Б, (сплошные – расчёт, маркеры – опытные данные)

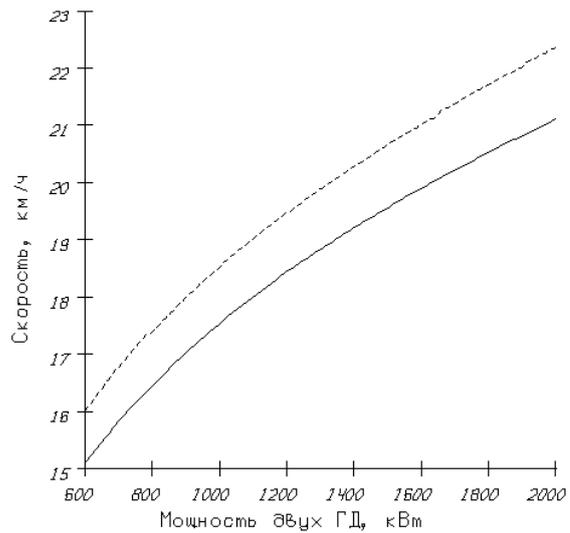


Рис. 2. Зависимость скорости проектного судна с от мощности силовой установки, (сплошная – в грузу, пунктир – порожнём)

Данный метод предназначен для определения основных габаритных размеров, грузоподъёмности, скорости судов и составов и соответствующей мощности их главных двигателей с привязкой к конкретным условиям перевозок (глубины, течения, продолжительность навигации), оптимизирующих основные экономические параметры (чистая прибыль и эксплуатационные затраты) при освоении существующих и перспективных грузопотоков с обоснованием минимальной величины фрахтовой ставки с учётом инвестиционной составляющей [6].

Список литературы:

- [1] Платов А.Ю. Метод расчёта расхода топлива и оптимального движения речных теплоходов / А.Ю. Платов // Наука и техника на речном транспорте / ФГУП ЦБНТИ Минтранса РФ. – М., 2003. Спец вып. – 76 с.
- [2] Платов А.Ю. Методы оперативного планирования работы речного грузового флота в современных условиях / А.Ю. Платов / ВГАВТ. – Н. Новгород, 2009. – 155 с.
- [3] Портнов Д.А. Быстроходные турбопоршневые двигатели с воспламенением от сжатия / Д.А. Портнов. – М.: Машгиз, 1963. – 253 с.
- [4] Фомкинский Л.И. Методика тяговых расчётов при обосновании судов речного флота / Л.И. Фомкинский // Труды / ЦНИИЭВТ. – М., 1972. – Вып. 86. – 185 с.
- [5] Лесюков В.А. Теория и устройство судов внутреннего плавания / В.А. Лесюков. – М.: Транспорт, 1981. – 304 с.
- [6] Платов А.Ю. Математические модели оптимизации фрахтовых ставок / Платов А.Ю. // Эксплуатация морского транспорта. – 2008. – №4. – С. 14–18.

Р.С. Хвостов, В.И. Тихонов
 ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ
 ПОГРУЖЕННОЙ ЧАСТИ СУДОВОГО КОРПУСА**

В статье предлагается метод математического описания поверхности погруженной части судового корпуса по данным, полученным с теоретического чертежа.

Анализ теоретических чертежей судов внутреннего плавания позволяет сделать вывод о том, что любая выпуклая или слегка вогнутая (S-образная) ватерлиния в носовой (см. рис.1) или кормовой оконечностях корпуса может быть представлена следующим аппроксимационным уравнением:

$$y = A(z)[x - x_0(z)]^3 + B(z)[x - x_0(z)]^2 + C(z)[x - x_0(z)], \quad (1)$$

где x, y, z – координаты какой-либо точки ватерлинии;

x_0 – отстояние ватерлинии от начала координат (носового или кормового перпендикуляра);

A, B, C – коэффициенты аппроксимации.

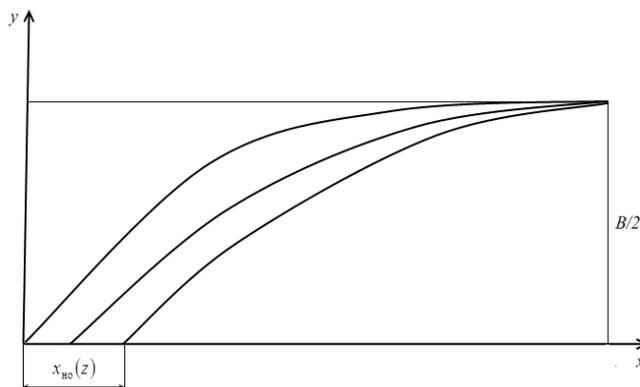


Рис.1. Проекция полушироты теоретического чертежа корпуса судна