

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Волжский государственный университет водного транспорта»

Кафедра проектирования и технологии постройки судов

Курсовая работа

по дисциплине «Исследовательское проектирование»

«Анализ влияния и оптимизация главных элементов на
критерий эффективности нефтеналивного судна»

Выполнил: магистранка К(м)-2

Проверил: доцент к.н

Короткова Н.Н.
13.11.2017

Короткова Н.Н.

Кочнев Ю.А.

от
Кочнев Ю.А.
13.11.2017

г. Нижний Новгород

2017 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»

Кафедра проектирования и технологии постройки судов

ЗАДАНИЕ

на курсовую работу по дисциплине «Исследовательское проектирование»

Черткова Надежда Николаевна

1 Определить количество судов, их грузоподъемность и оптимальные
размерения нефтеналивного судна по следующим исходным данным

| | |
|-------------------------|------------------------|
| Грузопоток, тыс. т./год | 60000 |
| Груз | бензин |
| Линия эксплуатации | Каспийск - С.Петербург |
| Прочее | тон < 600 |

2 Выполнить анализ влияния главных элементов на экономическую
эффективность танкера.

Задание выдано «3» марта 2017 г

Руководитель проектирования Ю Кочнев Ю.А.

Содержание

| | |
|--|----|
| Введение | 3 |
| 1. Анализ элементов и характеристик существующего нефтеналивного флота | 4 |
| 1.1 Определение особенностей линии эксплуатации | 4 |
| 1.2 Анализ главных размерений судов близкой грузоподъёмности и назначения | 5 |
| 1.3 Обоснование элементов конструкции корпуса судна | 6 |
| 1.4 Обоснование приведенных экономических показателей на строительство судна | 8 |
| 2. Оптимизация элементов нефтеналивного судна | 9 |
| 2.1 Постановка задачи оптимизации главных размерений | 9 |
| 2.2 Оптимизация главных элементов танкера | 10 |
| 2.3 Разработка принципиальной схемы компоновки судна | 13 |
| 3. Анализ влияния главных элементов на критерий эффективности | 14 |
| 3.1 Влияние коэффициента общей полноты | 14 |
| 3.2 Влияние главных размерений на критерий эффективности | 15 |
| Заключение | 17 |
| <i>Список литературы</i> | 18 |

Введение

Целью данного курсового проекта по дисциплине «Исследовательское проектирование» является проработка основных вопросов, связанных с анализом главных размерений судна, обоснованием элементов конструкции корпуса, а также анализом влияния главных элементов судна на критерий эффективности.

В ходе выполнения курсового проекта использованы данные судна-прототипа, содержащиеся в справочнике серийных транспортных судов.

При выполнении данного курсового проекта необходимо руководствоваться Правилами Российского Речного Регистра, Санитарными Правилами и нормами, ГОСТами.

1. Анализ элементов и характеристик существующего нефтеналивного флота

1.1 Определение особенностей линии эксплуатации

Исходные данные:

Танкер класса М-СП грузоподъемностью 5150 т, перевозящий бензин ($\rho=0,82 \text{ т/м}^3$) на линии эксплуатации Казань-Санкт-Петербург.

Путь от Казани до Санкт-Петербурга по внутренним водным путям России составляет около 1888 км.

Период навигации конец марта (апрель)-ноябрь, что составляет 215 суток.

Средняя глубина на линии эксплуатации равна 3,7 м. Применяем класс М-СП

Путь от Казани до Санкт-Петербурга включает в себя 10 шлюзов, 3 гидроузла: Чебоксарский, Горьковский, Рыбинский. Наиболее крупным и опасным для перехода является Волго-Балтийский водный путь им.В.И. Ленина. Он включает в себя реку Нева, Ладожское озеро, реку Свирь, Онежское озеро. Общая длина пути от Невский ворот Ленинградского морского торгового порта до Рыбинского гидроузла 1003 км.

В Рыбинском водохранилище Волго-Балтийский водный путь им.Ленина соединяется с водными путями Управления канала имени Москвы, а через Онежское озеро-с Беломорско-Балтийским каналом. На Волго-Балтийском канале, в 685км от Москвы, расположен вход в Северо-Двинскую шлюзовую систему.

Климат в районе р.Невы имеет черты морского климата умеренных широт, для которого характерны большая влажность, облачность и значительное количество осадков.

С мая по август в западной части района преобладают западные и северо-западные ветры, общая повторяемость которых 40% ,в восточной части района в это время преобладают северо-восточные ветры с повторяемостью 20-30 %.

Нева замерзает в зависимости от метеорологических условий на срок от двух до шести месяцев. Характерно, что замерзание реки происходит снизу вверх по течению, а вскрытие ото льда наоборот-сверху вниз. Замерзание не всегда происходит спокойно, иногда, особенно в средней части Невы образуются зажоры.

1.2 Анализ главных размерений судов близкой грузоподъемности и назначения

Состояние отечественного флота малых танкеров (дедвейтом 5000 тонн и менее) на 2008-2009 гг. было таковым: средний возраст наиболее распространенных в европейской части страны 124 танкеров типа «Волгонефть» составляет по проекту 558/550-42,4 года, по проекту 1577/550А-35,3 года. Из них 18 судов имеют оценку «негодно» (14,5%)

Танкер смешанного «река-море» плавания типа «Волгонефть» проекта 630

Тип судна: однопалубный двухвинтовой наливной теплоход с двойным дном, двойными бортами, баком и ютом, надстройкой и МО в кормовой части, переходным мостиком в ДП судна.

Назначение судна: перевозка в речных условиях нефтепродуктов I и II классов с удельным весом 0,8 кг/м³ и нефтепродуктов III и IV классов, требующих подогрева.

Место постройки: ССРЗ "Иван Димитров" / Rousse Shipyard (Болгария, г. Русе).

Класс РРР «М-СП(лед)»

Характеристики:

Водоизмещение в грузу (4620 т и запасами на 10 сут): 6984 т

Водоизмещение порожнем: 2140 т

Скорость в грузу: 19 км/ч

Мест для экипажа: 19

Автономность: 10 сут

Марка ГД: дизель 8NVDS48А-2U

Мощность ГД: 2х882 кВт

Марка ДГ: ДГР2А150/750 (дизель 6ЧН18/22, генератор ГСС114-8М)

Мощность ДГ: 3х150 кВт

Проект 1557/550А

Танкер продуктовоз дедвейтом 6654 тонн типа «Механик Воронков»

Назначение-смешанного (река-море) плавания ,перевоз нефтепродуктов I, II, III, IV класса.

RST26

Танкер-продуктовоз для рейдового обслуживания судов дедвейтом около 4560 тонн.

Назначение-рейдовая бункеровка судов топливом с температурой вспышки >60с,перевозка нефтепродуктов, а также пищевых масел ,патоки и виноматериалов.

Таблица 1-анализ главных размерений судов близкой грузоподъемности

| № проекта | L ,м | B ,м | H,м | T,м | P_{гр} |
|------------------|-------------|-------------|------------|------------|-----------------------|
| 507AT | 139,87 | 16,97 | 5,5 | 3,5 | 4900 |
| RST26 | 118,87 | 13,24 | 5,8 | 3,6 | 4560 |
| 630 | 138,0 | 16,7 | 6,4 | 3,6 | 5704 |
| 1557/550A | 132,6 | 16,9 | 5,5 | 3,6 | 4780 |

Из таблицы 1 видно, что ,длина судна находится в диапазоне от 118 до 140 м, ширина судна находится в диапазоне от 13,24 до 16,97 м, высота борта находится в диапазоне от 5,5 до 6,4 м, осадка судна находится в диапазоне от 3,5 до 3,6м.

1.3 Обоснование элементов конструкции корпуса судна

Согласно п.2.5.4 Правил Российского Речного Регистра (ПРРР) транспортные нефтеналивные суда должны иметь второе дно и вторые борта в районе грузовых танков или же грузовые танки должны быть вкладными или встроенными. В соответствии с этим принимаем танкер с двойным дном и двойными бортами в районе грузовых танков.

Исходя из п.2.1.10 ПРРР определяем длины участков судна:

Средняя часть-участок длиной 0,5 L ,считая по 0,25L в нос и корму от мидель-шпангоута, принимаем 62 м;

Носовая оконечность-участок длиной 0,15L от носового перпендикуляра по направлению к мидель-шпангоуту ;принимаем 18м;

Кормовая оконечность самоходного судна-участок между кормовым перпендикуляром и кормовой переборкой машинного отделения или участок длиной 0,15L от кормового перпендикуляра по направлению к мидель-шпангоуту ,в зависимости от того, какой участок имеет меньшую длину. Принимаем 18 м.

При этом габаритная длина судна составляет 123 м.

Габаритная ширина судна-16,4м.

В соответствии с п.2.4.2 ПРРР Ч.1 «Корпус» принимаем размер шпации 550мм.,в носовой и кормовой оконечностях 500 мм.

Днищевой набор в отсеках с двойным дном.

П.2.4.17 Расстояние между флорами должно быть кратным шпации и не должно превышать 2,4 м для наливных .В соответствии с этим принимаем данное расстояние равным 2,4м.

Высоту междудонного пространства принимаем равной 0,9м.

На всех судах должны быть форпиковая и ахтерпиковая поперечные непроницаемые переборки. Форпиковая переборка должна устанавливаться от носового перпендикуляра в корму на расстоянии, не меньше половины ширины корпуса. Для судов шириной больше 14 м допускается по согласованию с Речным Регистром уменьшать длину форпика. Исходя из этого принимаем длину форпика равную 8,2м.

П.2.4.71 ПРРР на судах с двойным дном и двойными бортами поперечные переборки в пределах грузового трюма можно не устанавливать. В этом случае межбортовые непроницаемые полупереборки (диафрагмы) следует устанавливать не реже чем через 15 шпаций.

В машинном отделении судов класса М-СП каждый второй шпангоут должен быть рамным согласно п.2.4.92.Сплошные флоры следует устанавливать на каждом шпангоуте. Расстояние между рамными шпангоутами и бимсами не должно превышать трех шпаций. Шпация не должна быть больше, чем в средней части судна. Шпацию в МО принимаем равной 550 мм. Длину машинного отделения принимаем 13 м.

Согласно п.2.4.96 систему набора борта в оконечностях принимаем поперечную.

В соответствии с п.2.4.97 ПРРР флоры в носовой оконечности располагаются на каждой поперечной шпации , которая составляет 550 мм. Расстояние между рамными шпангоутами не превышает двух шпаций .

Согласно п.2.4.98 в ахтерпике принимаем шпацию равную 550 мм.

1.4 Обоснование приведенных экономических показателей на строительство судна

Формирование стоимости постройки судна происходят под воздействием многообразных факторов. При этом их количество и сила воздействия на цену судна меняются в довольно больших пределах.

Судостроительные верфи интересуют, прежде всего, их собственные издержки ,в связи с чем исходной основой при установлении контрактной цены постройки судна является для них калькуляция. Вместе с тем ,в условиях конкуренции верфи вынуждены сопоставлять цены и параметры своих судов с ценами и параметрами судов конкурентов и вносить

соответствующие коррективы в свои цены ,установленные на основе калькуляции.

Судовладелец-покупатель судна заинтересован прежде всего в конечных экономических результатах использования закупленного судна. Покупка судна для судовладельца представляет собой прежде всего вложение капитала, которое должно иметь определенный уровень рентабельности, и обеспечить поступление определенной суммы дохода за весь период эксплуатации. В связи с этим ,цена, которую готов уплатить судовладелец ,определяется исходя из разности между предполагаемой суммой поступлений от использования судна (валовым доходом) и предполагаемой суммой издержек по эксплуатации судна за весь срок его службы.

2 Оптимизация элементов нефтеналивного судна

2.1 Постановка задачи оптимизации главных размерений

На начальном этапе проектирования одной из важнейших задач является определения главных элементов судна. От того, насколько обоснованно они будут рассчитаны, зависит качество спроектированного транспортного объекта. К таким элементам относят: длину судна L , ширину B , высоту борта H , осадку T , коэффициент общей полноты δ . Все остальные элементы и характеристики определяются по ним на последующих этапах проектирования.

Рассматриваемая задача в общем виде может быть сформулирована следующим образом. По известным исходным данным, составляющим вектор X , определить такие элементы танкера X_1 , чтобы функция цели (критерий оптимальности) достиг экстремума.

$$K_{opt} = f_1(X, X_1, X_2) \min (\max),$$

Где X_2 - вектор нормативных величин.

При этом должны выполняться ограничения, определяемые требованиями заказчика, условиями эксплуатации, правилам надзорного общества и различных международных конвенций, которые в общем виде могут быть в виде строгих равенств или неравенств.

$$Q_s(X, X_1, X_2) = 0,$$

$$Q_s(X, X_1, X_2) > 0,$$

К строгим равенствам (S_1) относятся, например:

- уравнение плавучести

$$D(X, X_1, X_2) - \rho g V(X, X_1, X_2) = 0,$$

Где D - вес судна, ρ - плотность воды, V - водоизмещение судна.

- уравнение ходкости

$$P_e(X, X_1, X_2) - R(X, X_1, X_2) = 0,$$

Где P_e - упор, развиваемые движением; R - сопротивление воды движению судна.

2.3 Разработка принципиальной схемы компоновки судна

Принципиальная схема компоновки судна должна давать представление о внешнем архитектурном виде судна, расположении основных отсеков в корпусе судна и помещений в надстройке.

Разработка эскиза выполняется на основании выбранного архитектурно-конструктивного типа судна с использованием данных по судну-прототипу и расчетов на ЭМВ по оптимизации главных элементов танкера.

Принципиальная схема компоновки разрабатывается на листе формата А4 в произвольном масштабе, позволяющем максимально использовать указанный формат.

На рисунке 2.3 приведена принципиальная схема компоновки судна. Внутреннюю планировку корпуса судна начинают с размещения водонепроницаемых поперечных переборок в корпусе. Они должны быть установлены в плоскостях шпангоутов, причем желательно, чтобы расстояние между переборками было кратным рамной шпации. Практическую шпацию принимаем равной 550 мм.

Форпиковая переборка должна отстоять от носового перпендикуляра не менее чем на половину ширины корпуса судна и равна 5,5 м. За форпиком располагаются грузовые танки (ГТ).

Общая длина грузовых танков составляет 72 м. В грузовых трюмах предусматривается второе дно высотой 900 мм. Длина МО = м, длина носовой оконечности = м, кормовой = м.

На эскизе показывается трехъярусная прямоугольная надстройка. Высота каждого яруса принимается равной 3,6 м.

3. Анализ влияния главных элементов на критерий эффективности

3.1 Влияние коэффициента общей полноты

Коэффициенты полноты-это численные показатели, характеризующие полноту обводов судна. Различают четыре коэффициента полноты :

- α -коэффициент полноты конструктивной ватерлинии, который показывает отношение площади ватерлинии к площади описанного прямоугольника;
- β -коэффициент полноты подводной части мидель-шпангоута, который показывает отношение площади подводной части мидель-шпангоута к площади описанного прямоугольника;
- δ -коэффициент общей полноты ,который показывает отношение водоизмещения к объему описанного параллелепипеда;
- φ -коэффициент продольной полноты, который показывает отношение водоизмещения к объему прямого цилиндра ,основанием которого служит подводная часть мидель-шпангоута.

Коэффициенты полноты влияют на мореходные качества судна. Уменьшение δ , α и φ способствует быстроходности судна ,а увеличение α повышает его остойчивость.

Исследуем влияние на критерий эффективности по трем параметрам:

- δ ;
- длина судна ;
- ширина судна.

График зависимости прибыли судна от коэффициента полноты судна приведен на рисунке 2

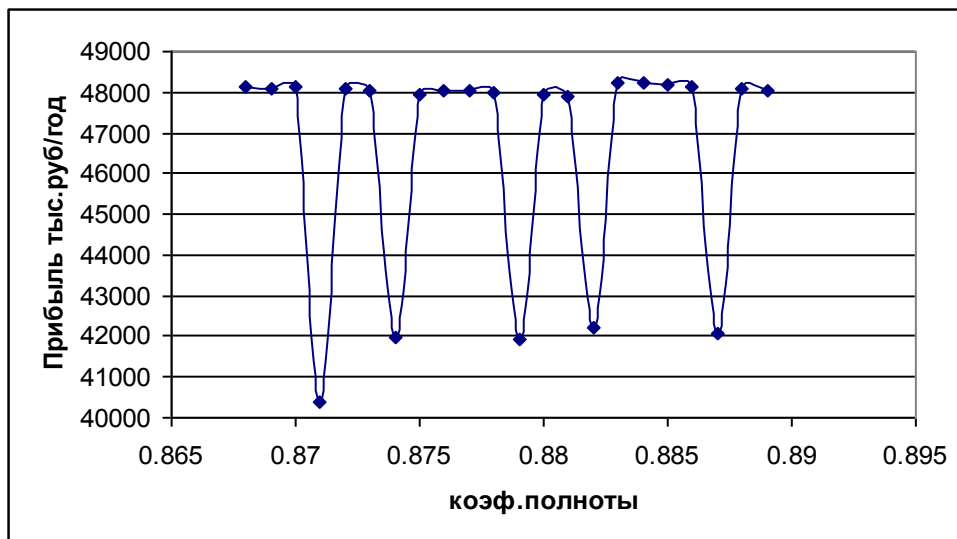


Рисунок 2-График зависимости прибыли судна от коэффициента полноты судна

Результат оптимизации коэффициента полноты дают оптимальные значения прибыли при $\delta=0,87$. Если будем рассматривать более подробно, то на реальном судне можно увеличить δ до значения 0,88, что приведет к увеличению грузоподъемности судна.

Коэффициент полноты влияет на водоизмещение, грузоподъемность и технологичность постройки судна. Чем выше δ , тем технологичность постройки проще, следовательно затраты на строительство снижаются, стоимость становится ниже. При увеличении δ также увеличивается грузоподъемность судна. В то же время увеличивается сопротивление воды, мощность главных двигателей и как следствие эксплуатационные расходы. Судя по графику (Рисунок 2) $\delta=0,88$ является границей эффективности.

3.2 Влияние главных размерений на критерий эффективности

График зависимости прибыли судна от ширины приведен на рисунке 3

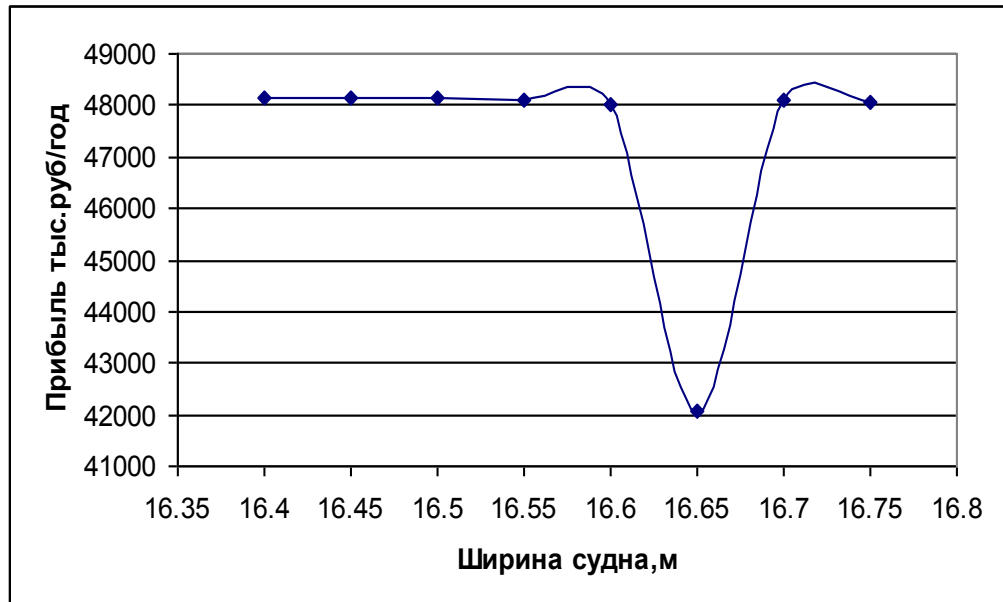


Рисунок 3-График зависимости прибыли судна от ширины

Максимальная прибыль наблюдается при ширине равной 16,4м,однако при других значениях ширины прибыль находится в пределах точности расчета.

График зависимости прибыли судна от длины приведен на рисунке 4

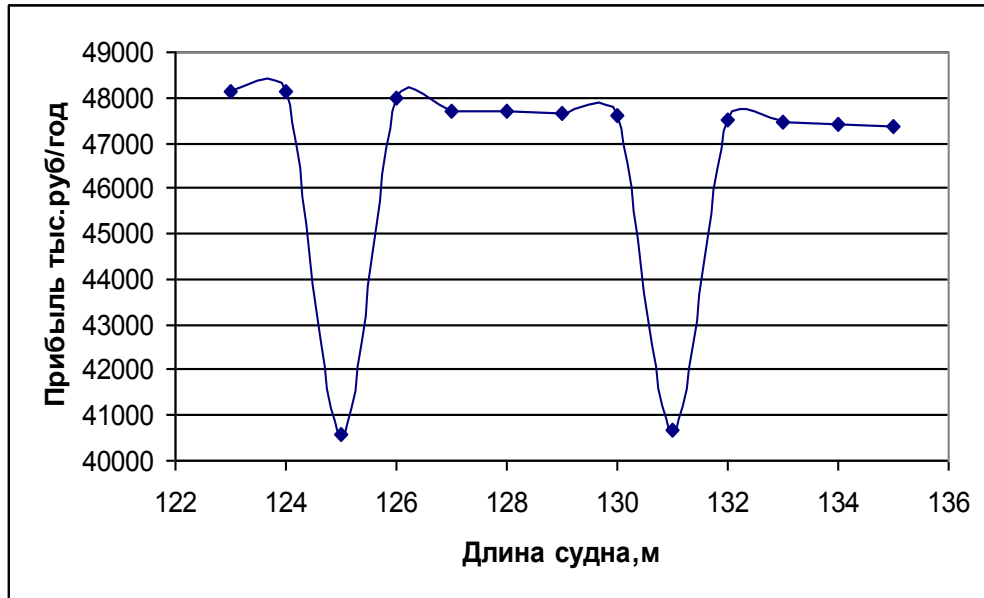


Рисунок 4-График зависимости прибыли судна от длины

При увеличении длины, эффективность судна уменьшается, следовательно грузоподъемность увеличивается медленнее, чем масса порожнего судна.

Заключение

В данном курсовом проекте были рассмотрены основные вопросы, связанные с анализом главных размерений судна, обоснованием элементов конструкции корпуса, а также анализом влияния главных элементов судна на критерий эффективности.

В курсовом проекте произведено обоснование приведенных экономических показателей на строительство судна.

Была произведена оптимизация элементов нефтеналивного судна. А также была разработана принципиальная схема компоновки судна.

Список литературы

1. Е.П. Роннов «Особенности проектирования танкеров», ВГАВТ Н.Новгород, 2002г.
2. В.И. Любимов «Принципы архитектурного проектирования. Методические указания.», ВГАВТ, Н.Новгород, 2006 г.
3. Е.П. Роннов «Проектирование судов. Методические указания», ВГАВТ, Н.Новгород, 2012 г.