

УДК 629.12.001

М.Г. Балашов*Севастопольский национальный технический университет**Ул. Университетская 33, г. Севастополь, Украина, 99053**E-mail: mbal@sevinter.net***МОДЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ХОДКОСТИ ПОЛУПОГРУЖНЫХ ПЛАВУЧИХ КРАНОВ**

Об исследованиях и полученных результатах определения коэффициента сопротивления для полупогружных плавучих кранов при варьировании горизонтального клиренса и числа стабилизирующих колонн.

Постановка задачи. При неблагоприятных гидрометеорологических условиях, когда использование понтонных плавучих кранов затруднительно, находят применение полупогружные плавучие краны (ППК) – плавкраны высокой мореходности. Основной проблемой на сегодняшний день является отсутствие общей методики проектирования таких судов с учетом их конструктивных особенностей и ходовых характеристик.

Анализ известных исследований. Экспериментальное определение ходкости судов понтонного типа с различными по форме корпусами и оконечностями были выполнены в опытовом бассейне кафедры теории корабля Санкт-Петербургского государственного морского технического университета [1]. В моделях прямоугольного типа исследовалось влияние формы носовых и кормовых подрезов на ходкость.

В данной работе исследовалось влияние на сопротивление модели ППК в транспортном и рабочем положении.

Целью работы является экспериментальная оценка сопротивления воды движению судна на начальных этапах проектирования с использованием модели ППК, в условиях тихой воды в транспортном и рабочем положении на разных курсовых углах при изменении горизонтального клиренса и числа колонн.

При изучении сопротивления воды движению судов использована гипотеза о независимости отдельных составляющих полного гидродинамического сопротивления. Гидродинамический принцип разделения сопротивления воды движению судна на отдельные составляющие связан с разложением поверхностных гидродинамических сил на касательные и нормальные силы.

Полное сопротивление воды движению судна можно представить как [2]

$$R_X = R_T + R_F + R_W ,$$

где R_T , R_F и R_W – соответственно сопротивление трения, формы и волновое (кН).

Общую формулу для определения сопротивления воды равномерному движению можно представить в виде

$$R_X = \zeta \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2} \cdot \Omega ,$$

где ζ – безразмерный коэффициент сопротивления воды движению модели ППК (судна), определяемый на по результатам модельных испытаний; ρ – плотность воды, кг/м³; Ω – площадь смоченной поверхность модели ППК (судна), м².

Экспериментальная установка представлена бассейном гравитационного типа и моделью ППК. Замер показаний (пройденный путь, время и скорость движения модели), запись и обработка показаний осуществляется на компьютере с помощью программного обеспечения, созданного для проведения буксировочных испытаний в малом опытовом бассейне.

Модель кранового судна представляет собой полупогружное двухкорпусное сооружение с шестью и восьмью прямоугольными стабилизирующими колоннами. Нижние корпуса (понтон) имеют симметричные носовые и кормовые обводы, постоянную (по длине понтона) ширину, подрезы в носу и корме. В понтонах имеются полости для размещения твердого балласта. Носовые стабилизирующие колонны для увеличения плавучести в районе размещения верхнего строения имеют большую длину по сравнению с промежуточными и кормовыми колоннами (кроме удлиненной средней колонны). Промежуточные и кормовые колонны имеют ширину, составляющую 70 % ширины корпуса понтона.

Главные размерения модели являются осредненными значениями основных геометрических характеристик полупогружных плавучих кранов проектов KC5000, 16680 и Balder. Длина модели ППК является опорной величиной при пересчете, которая выбрана исходя из диапазона рекомендуемых длин

для проведения испытаний в малом опытовом бассейне кафедры Океанотехники и кораблестроения СевНТУ [3].

Главные размерения и характеристики представлены в таблице 1, размеры колонн – в таблице 2.

Таблица 1 – Главные размерения модели ППК

Наименование	Величина
Длина понтона, мм	1100
Ширина понтона, мм	220
Высота борта понтона, мм	100
Горизонтальный клиренс, мм	0/65/110/175/220
Смоченная поверхность в транспортном положении, (клиренс 0/65/110/175/220 мм), м ²	0,68/0,90/0,90/0,90/0,90
Водоизмещение порожнем/транспортное/рабочее, кг	21,50/27,50/63,08
Осадка порожнем/в транспортном/в рабочем положении, мм	50,0/95,0/180,0
Количество колонн, шт	6/8/6 (средняя удлиненная)

Таблица 2 – Размеры колонн

Наименование	Вариант колонн		
	6	8	6 (удлиненная средняя)
Высота колонн, мм	160		
Длина колонн, мм (носовые / промежуточные и кормовые)	230/160	180/130	180/423 и 130
Ширина колонн, мм (носовые / промежуточные и кормовые)	220/150		
Смоченная поверхность, м ² (в рабочем положении при клиренсе 0/65/110/175/220 мм)	1,1250	1,1405	1,1927
	1,3770	1,3840	1,4363
	1,3770	1,3840	1,4363
	1,3770	1,3840	1,4363
	1,3770	1,3840	1,4363

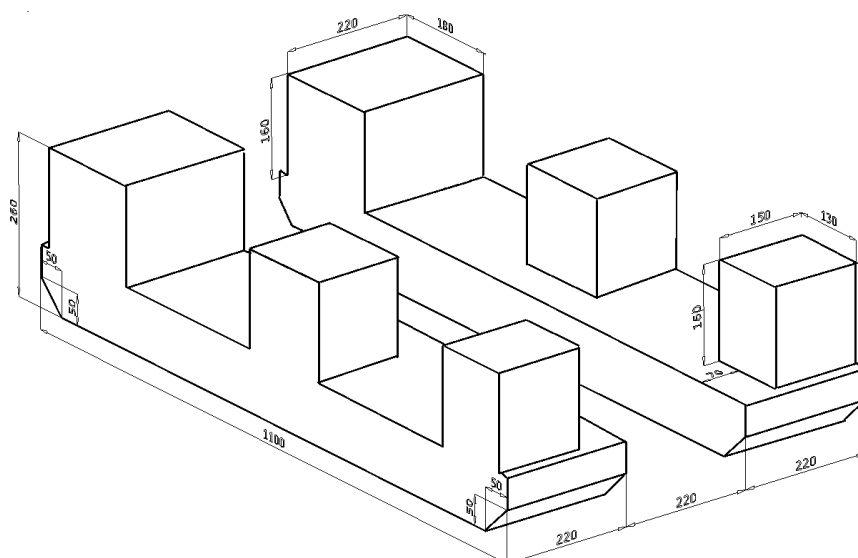
Расчеты выполнены для исследуемых вариантов геометрии модели: горизонтальный клиренс – 0/65/110/175/220 мм; количество колонн – 6, 8 и 6 шт. с удлиненной средней по программе "Диалог–Статика" имеющей сертификат Российского Морского Регистра судоходства в ЦКБ "Коралл". Получены значения расчетного водоизмещения, смоченной поверхности, начальной остойчивости и посадки модели.

Для проведения прогонов выполнена балластировка модели с использованием стальных болванок. Балласт размещается в подпалубных отсеках. Определено положение ЦТ системы модель-балласт для девяти случаев нагрузки – порожнем, транспортном и рабочем положении в шести и восьми колонном вариантах и варианте с шестью колоннами при удлиненной средней.

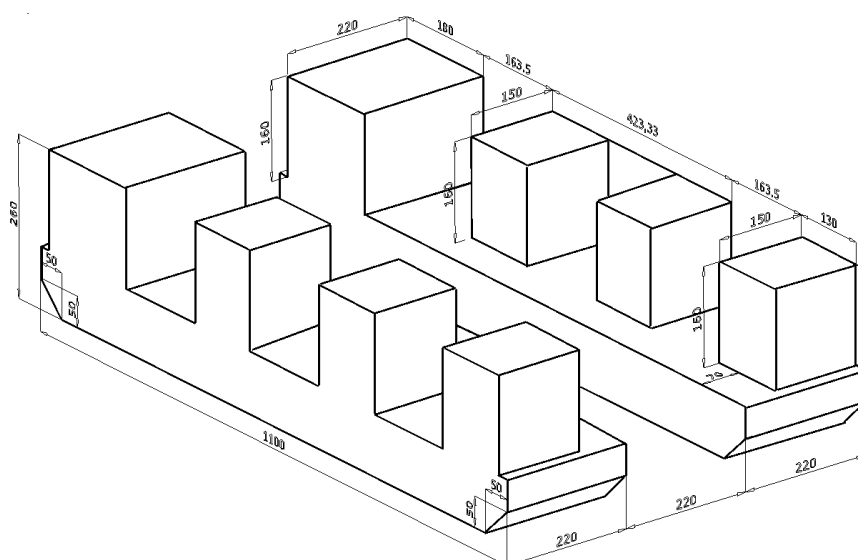
Внешние виды модели ППК показаны на рисунке 1, а-в при горизонтальном клиренсе 220 мм.

Исследования заключались в прогонах модели (выполнено более 600) с определением участка постоянной скорости. Прогонны выполнены для транспортного положения на скорости соответствующей $V_S = 5...10,5$ узлов прототипа и для рабочего – 3,5 узла, расчетной скорости течения. Получены графики установившегося движения модели при клиренсе 0/65/110/175/220 мм для транспортного ($d = 95$ мм) и рабочего положения ($d = 180$ мм) для трех и четырех колонн и трех с удлиненной средней колонной на понтоне.

а)



б)



в)

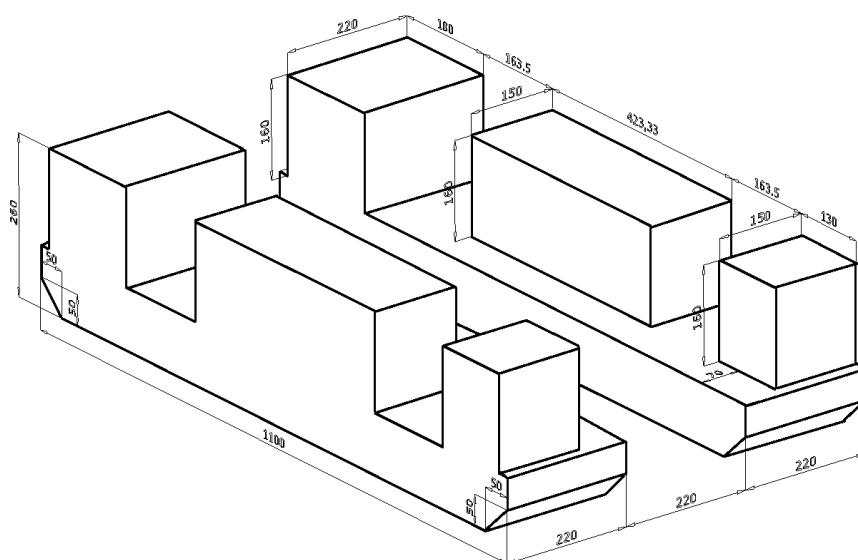


Рисунок 1 – Схема модели ППК, горизонтальный клиренс 220 мм:
а) вариант 6 колонн, б) вариант 8 колонн, в) вариант 6 колонн (удлиненная средняя)

После обработки результатов прогонов построены графики зависимостей относительного сопротивления от числа Фруда для исследуемых случаев формы и комплектации модели ППК. На рисунке 2 показаны графики для транспортного и рабочего положения.

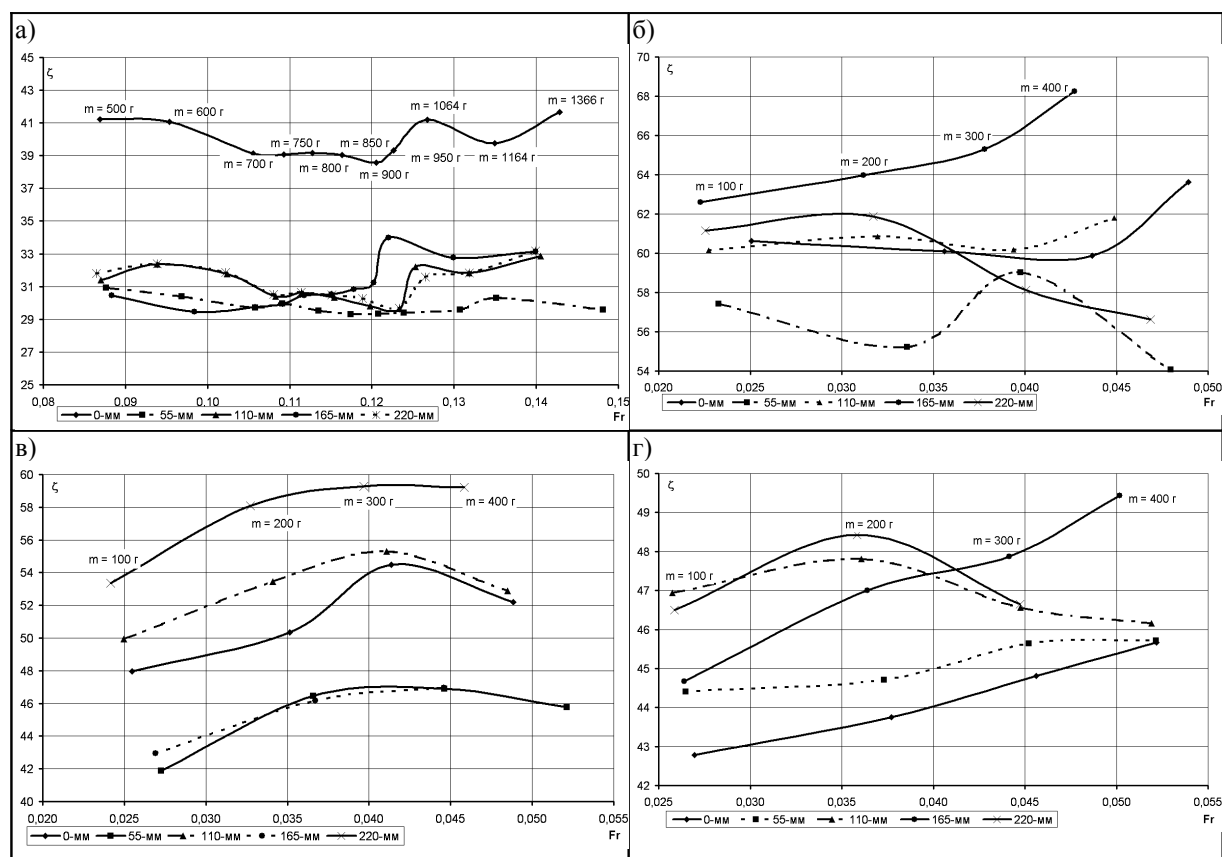


Рисунок 2 – Графики зависимости $\zeta = f(Fr)$ для транспортного и рабочего положений:

- а) транспортное положение; б) рабочее положение, вариант 6 колонн; в) рабочее положение, вариант 8 колонн; г) рабочее положение, вариант 6 колонн (средняя удлиненная)

Выводы. Проведенные экспериментальные исследования позволили получить зависимость величины относительного сопротивления ζ от относительной скорости Fr . Представленные графики дают возможность оценить потребную мощность главной энергетической установки на начальных этапах проектирования полупогружных плавучих кранов. Исходными данными для этого является скорость хода или течения, величина горизонтального клиренса и число стабилизирующих колонн.

Перспективы дальнейших исследований. В дальнейшем предполагается выполнить исследования по определению коэффициента дополнительного сопротивления от волнения рассмотренных случаев формы корпуса.

Библиографический список

1. Борисов Р.В. Морские буровые установки / Р.В. Борисов. — СПб.: Судостроение, 2003. — 346 с.
2. Войткунский Я.И. Справочник по теории корабля / Я.И. Войткунский, Р.Я. Першиц, И.А. Титов. — Л.: Судпромгиз, 1960. — 440 с.
3. Зиньковский-Горбатенко В.Г. Моделирование сопротивления судов в малом опытовом бассейне / В.Г. Зиньковский-Горбатенко, Г.Н. Грищенко // Вестник СевГТУ. Сер. Механика, энергетика, экология: сб. науч. тр. — Севастополь, 2005. — Вып. 75. — С. 35–39.

Поступила в редакцию 21.01.2008 г.