



УДК 629.12.001

Давыдова Светлана Викторовна, доцент, к.т.н., доцент кафедры «Проектирования и технологии постройки судов»

Волжский государственный университет водного транспорта
603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

Андрянов Иван Валерьевич магистрант ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Волжский государственный университет водного транспорта
603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРПОЛЯЦИОННОГО МЕТОДА ПРИ РАЗРАБОТКЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ЧЕРТЕЖА БУКСИРА

Аннотация. В работе рассмотрены вопросы разработки судовой поверхности буксирного судна интерполяционным методом. Анализ и систематизация корпусов буксирных судов позволили привести их к единому виду, позволяющему использовать интерполяционный метод для создания нового корпуса с заданными характеристиками. Принятый подход по разработке судовой поверхности может быть использован для дальнейшей его автоматизации.

Ключевые слова: интерполяционный метод, генерирование корпуса, ординаты теоретического чертежа, буксирное судно.

С приходом технического прогресса изменяются методы разработки документации, увеличиваются темпы производства, повышается его точность. В настоящее время повысить качество продукции, упростить процесс разработки, а также сократить время проектирования можно путем проведения дальнейшей автоматизации проектных работ. Создание корпуса является одним из самых трудоемких этапов разработки судна, поэтому создание программы для упрощения этого процесса является перспективной и важной задачей. Корпуса буксиров имеют сложные обводы, позволяющие им эксплуатироваться во всевозможных условиях [1, 2, 3], однако это делает их разработку более сложной по сравнению с другими судами. Для моделирования форм судовых поверхностей, способного передать все особенности рельефа, разрабатываются разнообразные методы, основанные на методах аффинных преобразований, аппроксимации и интерполяции. В настоящей работе предлагается использовать интерполяционный метод получения ординат теоретического чертежа, позволяющего максимально сократить время его разработки с одновременным обеспечением достаточного качества выполняемых работ.

Интерполяционный метод основан на получении промежуточных значений в пределах имеющегося набора данных. В контексте судостроения, это способ получения нового корпуса судна, основанный на применении базовых корпусов – прототипов, обладающих необходимым набором характеристик [4]. Очевидно, что для получения приемлемых результатов интерполирования, необходима точная формулировка требований к судовым поверхностям, которые могут быть использованы для интерполяции.

Так как интерполяция проводится по двум параметрам, а именно коэффициенту общей полноты корпуса судна δ и абсциссе центра величины x_c , в качестве исходных данных, необходимо иметь четыре корпуса судов прототипов [5, 6].

Для того, что бы получить корпус с требуемыми коэффициентом полноты и относительной абсциссой центра величины, соответственно δ_0 и \bar{x}_{c0} , необходимо использовать корпуса со следующими характеристиками: 1 – ый корпус δ_1, \bar{x}_{c1} ; 2 – ой корпус δ_1, \bar{x}_{c2} ; 3 – ий корпус δ_2, \bar{x}_{c1} ; 4 – ый корпус δ_2, \bar{x}_{c2} . При этом должны выполняться следующие ограничения:

$$\delta_1 \ll \delta_0 \ll \delta_2 \text{ и } \bar{x}_{c1} \ll \bar{x}_{c0} \ll \bar{x}_{c2}.$$

Интерполяция по коэффициенту полноты водоизмещения, без учета относительной абсциссы центра величины, представлена на рисунке (рис. 1). На рисунке показан принцип формирования линии отдельно взятого шпангоута, для корпуса с коэффициентом полноты δ_0 , интерполируемого между корпусами с коэффициентами полноты δ_1 и δ_2 .

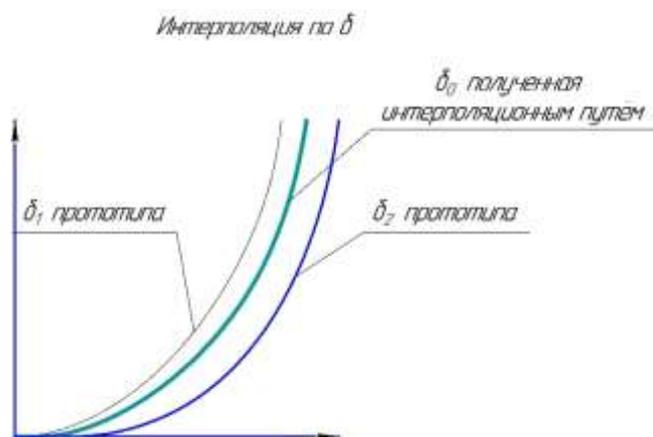


Рисунок 1. Схема интерполяции по коэффициенту полноты водоизмещения.

Для наглядности рассмотрим поэтапно принцип интерполяции по двум параметрам, по коэффициенту полноты водоизмещения и по относительной абсциссе центра величины.

Процесс проходит в два этапа и изображен на рисунках (рис.2, 3). На первом этапе формируются корпуса с заданным значением относительной абсциссы центра величины и значениями δ равными значениям судов прототипов.

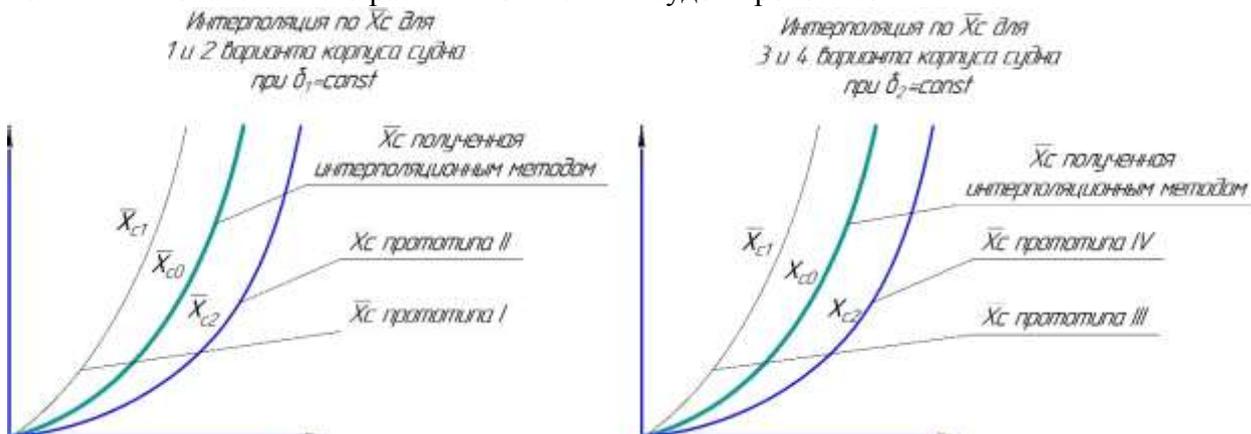


Рисунок 2. 1 этап схемы интерполяции по абсциссе центра тяжести и коэффициенту полноты водоизмещения.

Пример формирования единичных результирующих линий шпангоутов показан на рисунке (рис.2), искомые линии шпангоутов выделены зеленым цветом.

Второй этап интерполяция выполняется на основании результатов первого этапа. В этом случае относительная абсцисса центра величины остается постоянной. Интерполяция выполняется только по коэффициенту полноты водоизмещения. Как следствие двухэтапной интерполяции, получаем корпус с заданными значениями δ_0 и $\overline{x_{c0}}$ (рис. 3).

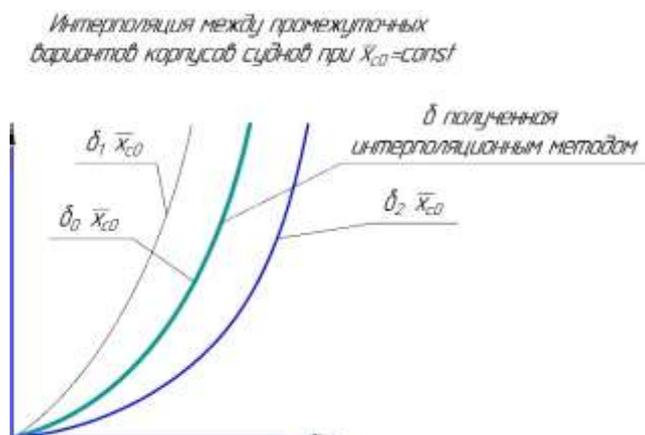


Рисунок 3. 2 этап схемы интерполяции по абсциссе центра тяжести и коэффициенту полноты водоизмещения.

Для реализации представленного принципа была выделена группа современных буксирных судов, обладающих необходимым набором качеств и зарекомендовавших себя многолетним опытом эксплуатации. Дальнейшее изучение проблемы показало, что в случае с буксирными судами необходим более детальный учет формы судовой поверхности и в частности форм отдельных шпангоутов. Это связано с тем, что интерполяция выполняется между точками, расположенных на одной ватерлинии. У буксирных судов, из-за тоннельных образований, количество точек пересечения некоторых шпангоутов и ватерлиний может отличаться. Корпуса буксиров могут иметь от 1 до 4 точек пересечения одной ватерлинии с одним шпангоутом (рис. 4).

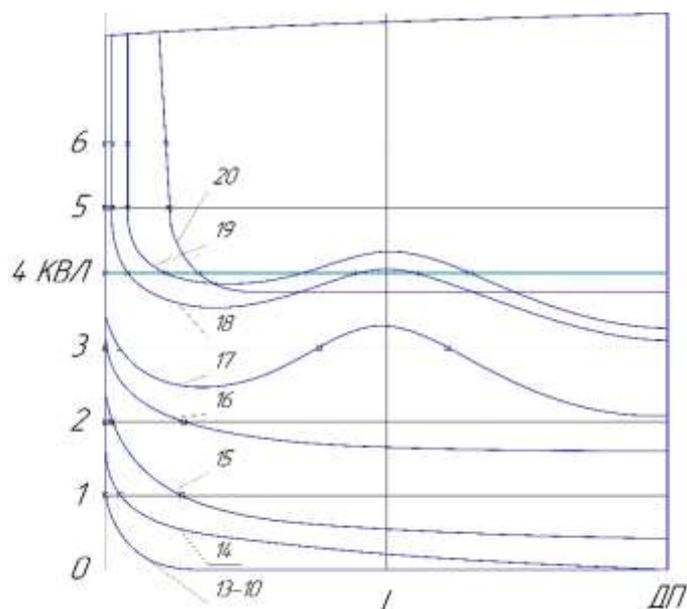


Рисунок 4. Схема пересечения шпангоутов с ватерлинией.

С целью дальнейшего анализа, было проведено сопоставление корпусов с близкими коэффициентами общей полноты корпуса судна и относительной абсциссе центра величины на предмет количества точек пересечения на каждом шпангоуте с каждой ватерлинией. Такой анализ корпусов необходим в первую очередь для того, чтобы понять на сколько применим метод интерполяции к этим судам. Так как интерполяция возможна только при совпадении этих данных у судов прототипов. На основании результатов данного анализа разработана матрица точек пересечения шпангоутов с ватерлиниями, представленная в Таблице 1. В дальнейшей работе интерполяция корпусов выполняется на основании принятой матрицы, ей соответствуют корпуса, отобранные в качестве судов прототипов. Носовая оконечность, а также средняя часть корпуса судна, имеют одну точку пересечения на каждом шпангоуте с каждой ватерлинией. Количество точек кормовых шпангоутов может меняться, в связи с этим в таблице приведены только точки кормовых шпангоутов.

Таблица 1

Матрица распределения точек пересечения шпангоутов с ватерлиниями

№ Ватерлинии	Номера шпангоутов									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Количество точек пересечения шпангоута с ватерлинией									
0	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-
1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-
2	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-
3	1	1	1	1	1	1	3	-	-	-
4	1	1	1	1	1	1	1	3	3	1
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Наглядно корпус, соответствующий данным требованиям приведен на рисунке (рис. 4). Таким образом все четыре корпуса, отобранные для интерполяционного процесса, должны соответствовать вышеприведенным ограничениям и представленной матрице точек в Таблице 1.

По разработанной методике создана программы, предназначенная для генерации корпусов буксиров. Вмешательства конструктора предполагается только на последнем этапе создания корпуса судна, для корректировки полученных теоретических шпангоутов и отработки формы тоннельных образований (рис. 5).

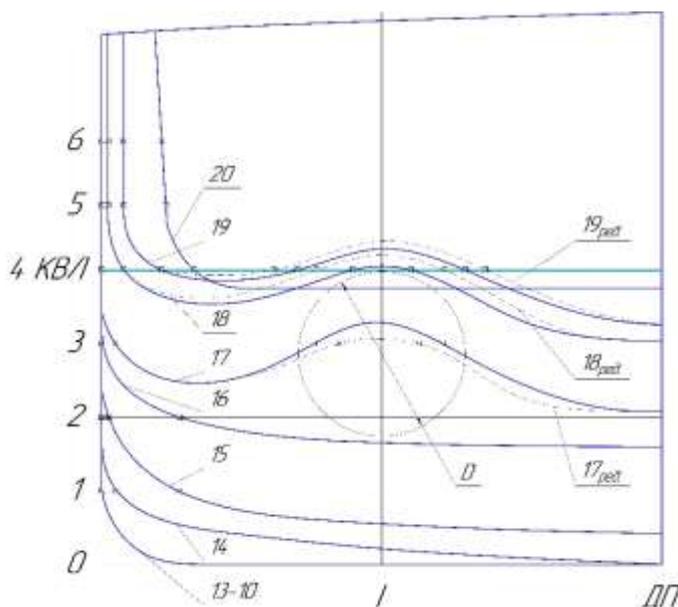


Рисунок 5. Теоретический чертёж корпуса с возможными вариантами корректировки.

Исходя из полученной информации, конструктор получает возможность наглядно оценить расположение тоннельного образования и скорректировать форму нескольких шпангоутов для размещения этого конструктивного элемента, учитывая глубину его прохода, в зависимости от линии прохождения валопровода и диаметра D гребного винта. Надо отметить, что влияние корректировки на заданные параметры проектируемого судна является не существенным.

Таким образом, в результате выполненных работ и проведенного анализа буксирных судов, отобраны корпуса, обладающие необходимым набором характеристик. Многообразие форм корпусов удалось привести к единому виду, учитывающему особенности строения носовой и кормовой оконечности, что необходимо для проведения интерполяции, и как следствие, созданию нового корпуса. С использованием интерполяционного метода разработан корпус буксирного судна, обладающий совокупностью заданных параметров. Полученные результаты доступны для обработки и коррективки в ручном режиме. При необходимости расширить диапазон характеристик проектируемых судов, есть возможность увеличения базы судов прототипов. Для более точного генерирования корпуса судна интерполяционным методом количество судов прототипов играет важную роль. Поэтому дальнейшие работы могут быть связаны с включением в базу корпусов судов, позволяющих расширить диапазон учитываемых параметров.

Список литературы:

1. Богданов Б.В., Слущкий А.В. и др. Буксирные суда. – Л.: Судостроение, 1974. – 280 с.
2. Алчуджан Г.А. Мощные буксиры зарубежного флота-Информационный сборочник ЦНИИМФ, 1963, вып. 95, с 52-67.
3. Богданов Б.В. Толкачи и баржи для толкания / Б.В. Богданов- Москва, 1959-239 с.
4. Давыдова С. В. Автоматизация генерации ординат теоретического чертежа интерполяционным методом «Вестник ВГАВТ», №56, 2018.
5. Ашик В.В. Проектирование судов / В.В. Ашик — 2-е изд., перераб. и доп. — Л.: Судостроение, 1985. — 318 с.
6. Ашик В.В. Интерполяционный способ построения теоретического чертежа. Судостроение, 1962, № 2, с. 9-11.

APPLICATION OF THE INTERPOLATION METHOD IN THE DEVELOPMENT OF THE THEORETICAL DRAWING OF THE TUKSIR

Svetlana V. Davydova, Ivan V. Andriyanov

Abstract. The paper considers the development of the vessel surface of a towing vessel by interpolation method. Analysis and systematization of towing ship hulls made it possible to bring them to a single view, which allows using the interpolation method to create a new hull with specified characteristics. The adopted approach to the development of the ship surface can be used for its further automation.

Keywords: Interpolation method, hull generation, ordinates of the theoretical drawing, towing vessel.