

**РАЗРАБОТКА 3D-МОДЕЛЕЙ НЕСАМОХОДНОЙ БАРЖИ
ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬЮ 2300 Т ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СОПРОТИВЛЕНИЯ
ДВИЖЕНИЮ ЕЕ КОРПУСА В ГИДРОДИНАМИЧЕСКОМ ЛОТКЕ**

**Качанов И.В., Ленкевич С.А., Ключников В.А., Шаталов И.М.,
Щербакова М.К., Власов В.В.**

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Для эффективной работы речного флота в любом направлении необходимо создание речных судов и их составов, обладающих минимальным сопротивлением движению, что в свою очередь тесно связано с оптимизацией конструктивных параметров корпуса судна.

Окончательное решение о форме обводов корпуса любого судна внутреннего водного транспорта следует принимать после сопоставления показателей сопротивления движению, полученных для нескольких вариантов проектируемого несамходного судна, путем испытания моделей в гидродинамическом лотке, т.к. статистические данные по построенным ранее однотипным судам не всегда позволяют получить обоснованное представление об элементах и обводах корпуса, обеспечивающих оптимальные пропульсивные качества. Таким образом, при проектировании несамходного судна приходится учитывать рекомендации, которые можно использовать лишь для оценки допустимых пределов изменения тех или иных параметров формы корпуса, не являющихся в общем случае наивыгоднейшими.

Ввиду ограниченной осадки несамходных судов (барж) внутреннего плавания они имеют относительно «плоские» очертания в сравнении с морскими судами, поэтому наибольшее отклонение основного потока воды на значительной части длины корпуса происходит в его оконечностях. Зато в средней части корпуса волновой профиль преимущественно располагается не по бортам, а по днищу судна, где наблюдается некоторый переход к двумерному обтеканию его поверхности.

Отмеченные особенности обтекания корпуса несамходных судов внутреннего плавания являются причиной того, что параметры, определяющие форму его обводов, обычно существенно отличаются от оптимальных. Учитывая перечисленные выше факторы разработка 3D-моделей осуществлялась путем разбивки корпуса баржи на три основных составляющих элемента: базовый носовой элемент, базовый кормовой элемент и цилиндрическую вставку. Соответственно к базовым основным элементам разрабатывались 3D-модели съемных носовых и кормовых частей.

Данная составная модель позволила отработать наибольшее количество вариантов носовых и кормовых обводов, а также выявить

оптимальные значения относительной длины несамоходного судна из прототипов, предоставленных заказчиком ОАО «Белсудопроект».

Для определения гидродинамических характеристик были разработаны цифровые модели несамоходного судна (НС) исследуемой баржи грузоподъемностью 2300 т, которые в последствии были напечатаны на 3D-принтере.

Построение цифровых моделей выполнялось в системе автоматизированного проектирования КОМПАС-3D. Принимая во внимание габаритные ограничения лотка для проведения испытаний был выбран оптимальный масштаб моделей, равный 1:150. Создание цифровых моделей производилось в выбранном масштабе. Также, разработка 3D-моделей производилось с учетом правильной развесовки НС, чтобы обеспечить на спокойной воде посадку судна в грузу (в соответствии с масштабом) прямо и на ровный киль и исключить дифферент на его оконечности.

На рисунках 1–3 представлена 3D-модели базовых элементов и цилиндрической вставки, разработанные в КОМПАС-3D.

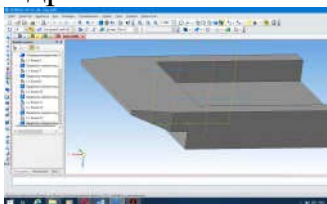


Рисунок 1 – Базовый носовой элемент для моделей НС

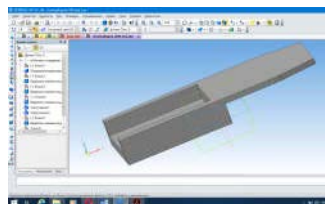


Рисунок 2 – Базовый кормовой элемент для моделей НС

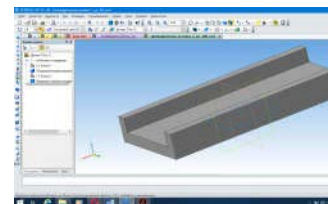


Рисунок 3 – Цилиндрическая вставка моделей НС

В результате были разработаны три «плоские» носовые части с различными углами наклона α носовой части к основной плоскости судна, а также одна ложкообразная носовая часть и три кормовые части с различными углами наклона β кормовой части к основной плоскости судна. Приведенные ниже значения углов принимались, исходя из анализа реализованных проектов несамоходных барж, и справочных источников.

На рисунках 4–7 представлены 3D-модели носовых частей. На рисунках 8–10 представлены 3D-модели кормовых частей. Для соединения основных элементов 3D-моделей использовали также съемные боковые планки, которые одновременно выполняли роль набора необходимой ширины несамоходного судна и крепились с помощью саморезов (рисунок 11). На рисунке 11 представлен процесс сборки 3D-модели прототипа баржи грузоподъемностью 2300 т. На рисунке 12 представлены варианты сборки с заменяемыми носовыми и кормовыми частями баржи.

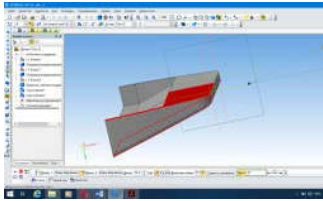


Рисунок 4 – Носовая часть с углом $\alpha = 15^{\circ}$ для модели прототипа №1

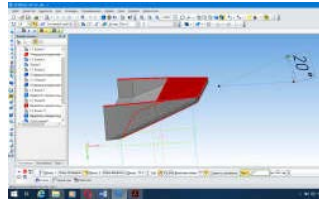


Рисунок 5 – Носовая часть с углом $\alpha = 20^{\circ}$ для модели прототипа №1

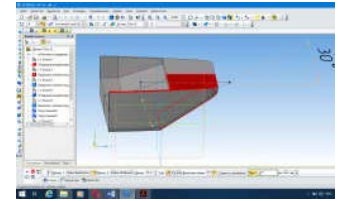


Рисунок 6 – Носовая часть с углом $\alpha = 30^{\circ}$ для модели прототипа №1

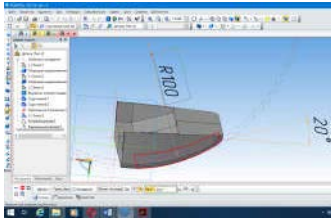


Рисунок 7 – Носовая ложкаобразная часть с углом $\alpha = 20^{\circ}$ по хорде и криволинейной образующей $R = 100$ мм для модели НС

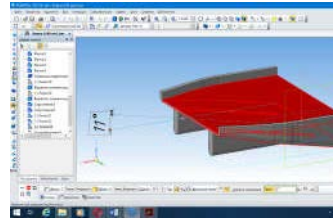


Рисунок 8 – Кормовая часть с углом $\beta = 11^{\circ}$ для модели НС

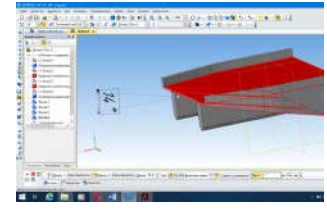


Рисунок 9 – Кормовая часть с углом $\beta = 14^{\circ}$ для модели НС

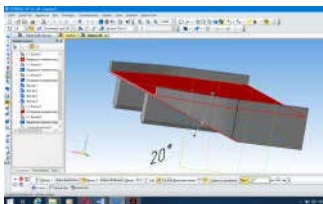


Рисунок 10 – Кормовая часть с углом $\beta = 20^{\circ}$ для модели НС

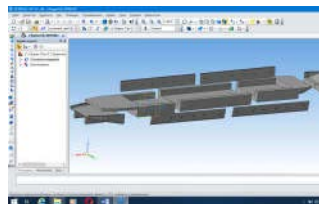


Рисунок 11 – Процесс сборки основных элементов, носовой и кормовой частей 3D-модели НС

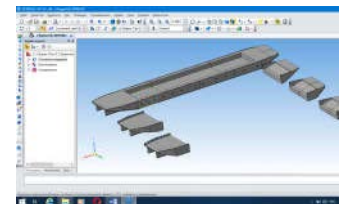


Рисунок 12 – Внешний вид 3D-модели в сборе и сменные части оконечностей (нос и корма)

Далее все изготовленные модели были подвергнуты гидродинамическим испытаниям для установления оптимальных параметров обводов проектируемой баржи.