

Ведюшенко Илья Витальевич

Студент 2 курса магистратуры, департамент «Морской техники и транспорта»

Дальневосточный Федеральный университет

Россия, г. Владивосток

Непомнящий Даниил Ильич

Студент 2 курса магистратуры, департамент «Морской техники и транспорта»

Дальневосточный Федеральный университет

Россия, г. Владивосток

Радченко Данил Игоревич

Студент 2 курса магистратуры, департамент «Морской техники и транспорта»

Дальневосточный Федеральный университет

Россия, г. Владивосток

Шевцов Сергей Александрович

Студент 2 курса магистратуры, департамент «Морской техники и транспорта»

Дальневосточный Федеральный университет

РАСЧЕТ СОПРОТИВЛЕНИЯ ВОДЫ ДВИЖЕНИЮ СУДНА УНИВЕРСАЛЬНОГО СУХОГРУЗА В «SOLIDWORKS»

Аннотация: в статье производится расчет сопротивления воды движению судна в комплексе «SolidWorks», проведено параметрическое исследование, варьируя скорость движения судна, а также построены графики зависимости скорости движения судна от сил, действующих на испытываемую 3D-модель.

Ключевые слова: сопротивление, оптимизация, сетка, давление, параметрическое исследование.

Annotation: the article calculates the water resistance to the movement of the vessel in the SolidWorks complex, parametric study is carried out, varying the speed of the vessel, and graphs of the dependence of the speed of the vessel on the forces acting on the 3D model under test are constructed.

Keywords: resistance, optimization, grid, pressure, parametric study.

Исходные данные

Исходными данными для инженерного анализа является 3D-модель поверхности универсального сухогрузного судна (рис. 1).

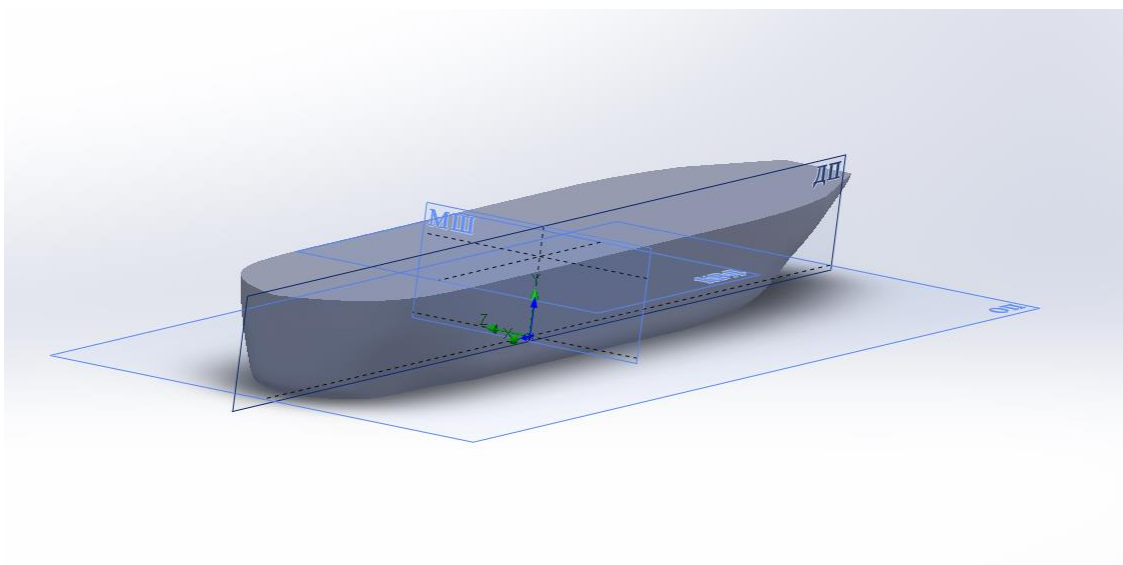


Рис. 1. Модель судна

Расчет сопротивления воды движению судна

Начальными условиями будут являться движение судна с расчетной скоростью. Для создания проекта откроем модуль Flow Simulation, далее необходимо нажать кнопку Мастер проекта.

Далее необходимо в появившемся окне указать все необходимые данные для исследования.

- 1) Указываем имя проекта.
- 2) Выбираем систему единиц измерения (в нашем случае СИ).
- 3) Выбираем тип задачи, исключаем полости без условий течения, исключить внутреннее пространство, указать тип модели и базовую ось.
- 4) В окне Текучая среда по умолчанию выбираем текучую среду Water(жидкость).
- 5) В окне условия Условия на стенках по умолчанию устанавливаем параметр шероховатости (в нашем случае 300 мкм).
- 6) В окне Начальные и внешние условия вводим значение скорости по одной из осей (в нашем случае 13 узлов = 6,69 м/с).

После выполнения операций указанных выше появится дерево исследования расчётная область с расположенной в центре моделью (рис. 2).

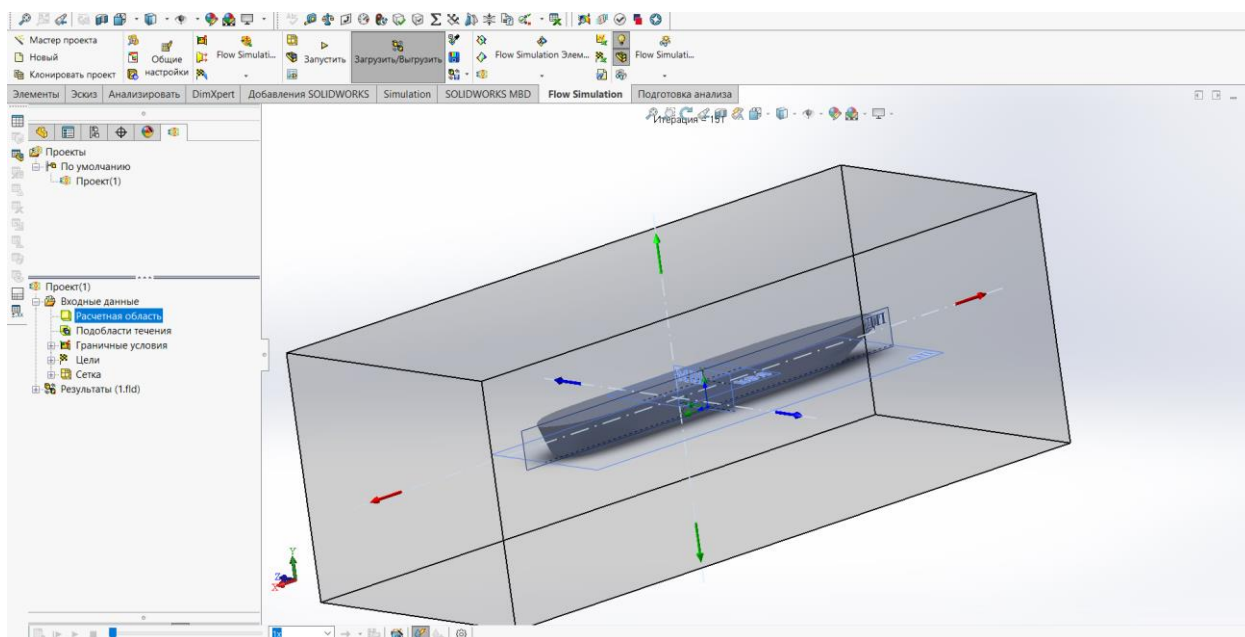


Рис. 2. Дерево исследования и расчетная область

Для выполнения корректных расчётов необходимо изменить габариты расчётной области согласно построенной 3D-модели судна (рис. 3).

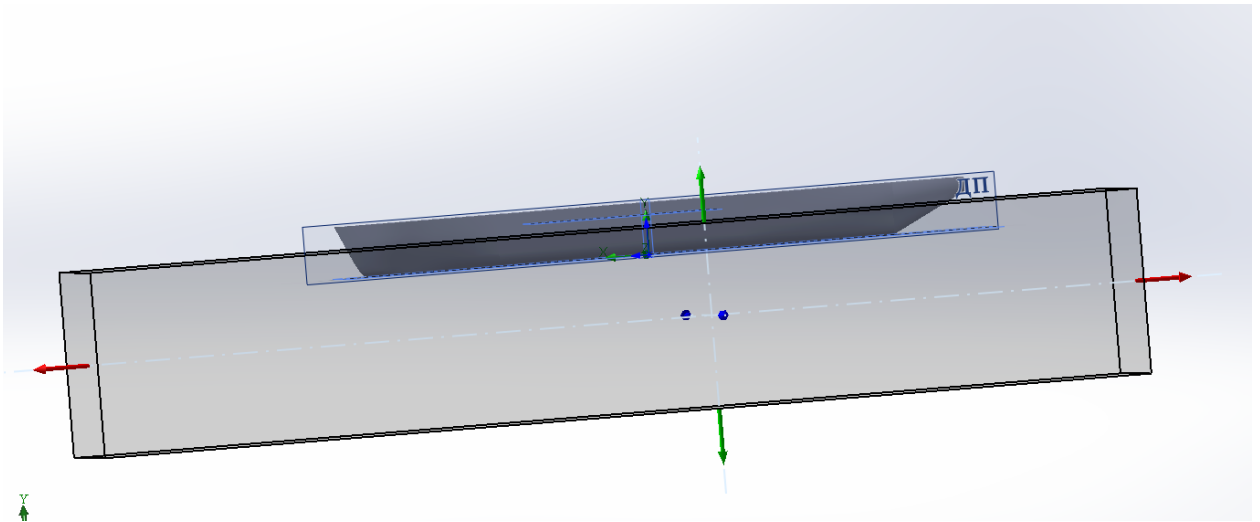


Рис. 3. Расчётная область с изменёнными размерами

Далее нам необходимо указать граничные условия. В данном исследовании выбираем тип стенки (реальная стенка).

Далее необходимо задать глобальные цели, открыв вкладку глобальные цели (сила, сила трения, сила давления) в дереве исследований. Следующим необходимым пунктом является создание поверхностных целей (сила, сила трения, сила давления).

Следующим этапом является настройка глобальной сетки, включается вкладка равномерная сетка по всей рабочей зоне, так же необходимо задать уплотнение сетки в целом (от этого зависит как долго и как качественно будет выполняться расчёт), так же есть возможность уплотнения (при помощи создания локальной сетки) сетки в зоне предполагаемых возмущений потока.

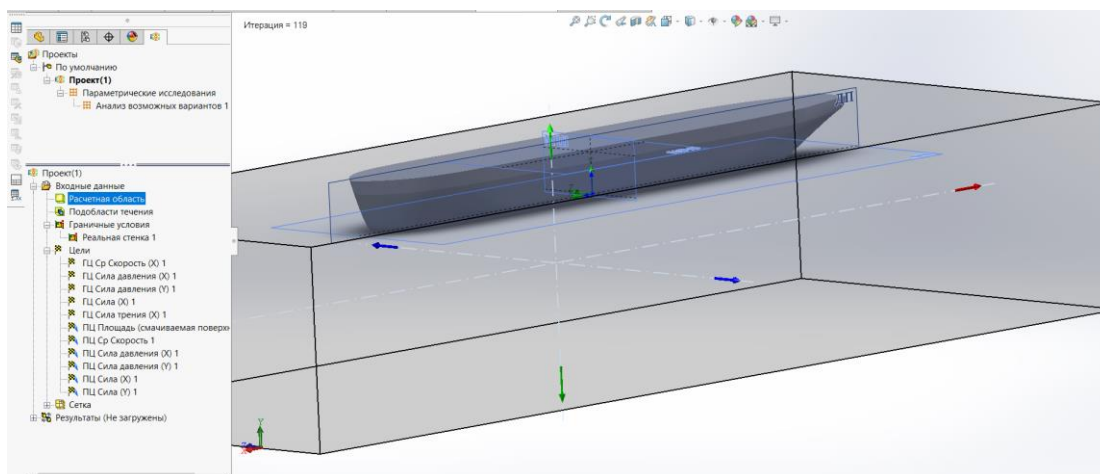


Рис. 4. Подготовленное для расчёта дерево исследования и 3-д модель

Расчёт целей

Обработка и визуализация результатов исследования. Производим запуск расчёта исследования (в появившемся окне указываем количество использующихся ядер при расчёте, зависит время выполнения операций), ждём его выполнения и выносим в рабочую область результаты: Картина в сечении (давление), Картины на поверхности (давление), Траектория потока (скорость).

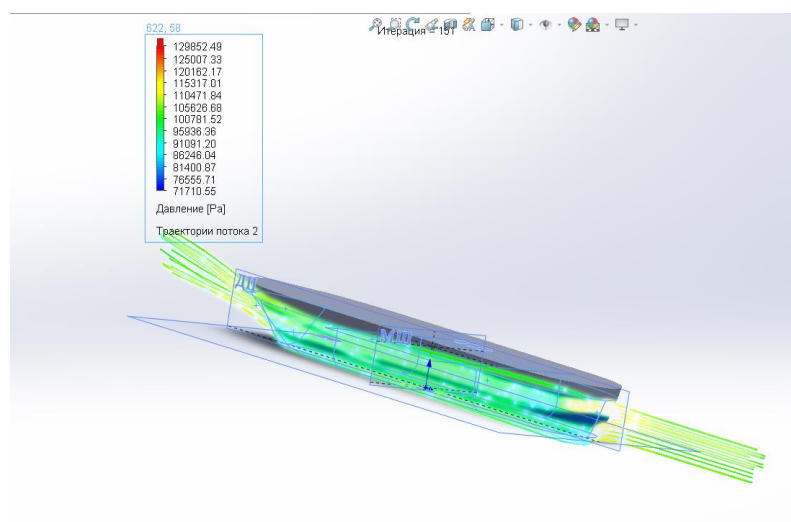


Рис. 5. Результаты

Далее выводим сводную таблицу целей.

Имя цели	Единица измерения	Значение
ГЦ Ср Скорость (X) 1	[m/s]	-6,69
ГЦ Сила давления (X) 1	[N]	-518423
ГЦ Сила давления (Y) 1	[N]	-958748
ГЦ Сила (X) 1	[N]	-782109
ГЦ Сила трения (X) 1	[N]	-263686
ПЦ Площадь (смачиваемая поверхность) 1	[m^2]	3417,36
ПЦ Сила давления (X) 1	[N]	-304801
ПЦ Сила давления (Y) 1	[N]	-3012316
ПЦ Сила (X) 1	[N]	-431957
ПЦ Сила (Y) 1	[N]	-3014953

Рис. 6. Сводная таблица целей

Зависимость сопротивления от скорости. Параметрическое исследование

Создаем новое параметрическое исследование сопротивления от скорости. В качестве варьируемого параметра берем скорость по Z.

После выполнения расчёта выводим данные в Excel для построения графиков (рис. 7).

	Расчетная точка 1	Расчетная точка 2	Расчетная точка 3	Расчетная точка 4	Расчетная точка 5
Скорость в направлении X (Начальные и внешние условия) [m/s]	-2,69	-4,69	-6,69	-8,69	-10,69
ГЦ Ср Скорость (X) 1 [m/s]	-2,69	-4,68	-6,68	-8,68	-10,68
ГЦ Сила давления (X) 1 [N]	-100294,01	-304833,24	-620535,04	-1047154,20	-1584431,66
ГЦ Сила давления (Y) 1 [N]	-292154,21	-890330,08	-1814550,54	-3064539,47	-4640419,45
ГЦ Сила (X) 1 [N]	-123637,22	-371140,38	-749786,27	-1258523,70	-1896484,80
ГЦ Сила трения (X) 1 [N]	-23343,21	-66307,15	-129251,23	-211369,50	-312053,14
ПЦ Площадь (смачиваемая поверхность) 1 [m^2]	3369,12	3369,12	3369,12	3369,12	3369,12
ПЦ Сила давления (X) 1 [N]	-100294,01	-304833,24	-620535,04	-1047154,20	-1584431,66
ПЦ Сила давления (Y) 1 [N]	-292154,21	-890330,08	-1814550,54	-3064539,47	-4640419,45
ПЦ Сила (X) 1 [N]	-123637,22	-371140,38	-749786,27	-1258523,70	-1896484,80
ПЦ Сила (Y) 1 [N]	-292632,85	-891642,62	-1817079,81	-3068629,18	-4646399,66

Рис. 7. Результаты параметрического исследования

Результаты расчетов были переведены в Excel и по ним были созданы графики (рис. 8).

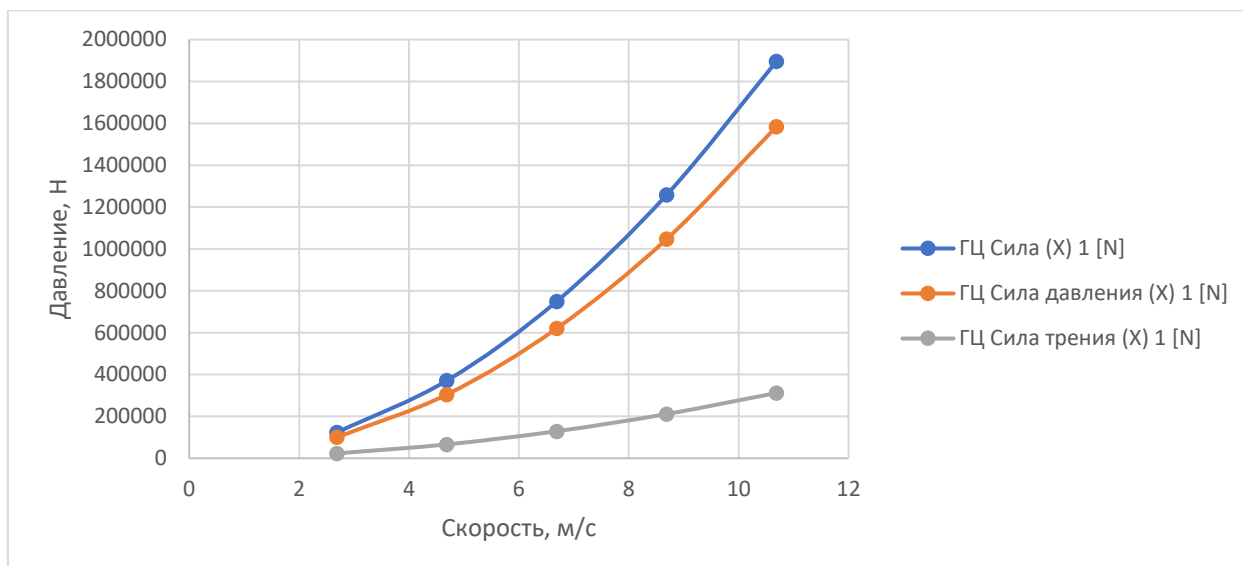


Рис. 8. Результаты параметрического исследования в виде графиков

Заключение

В данной работе с помощью функций SolidWorks были выполнены расчёт параметрического исследования (давления, сил, сил трения), расчёт сопротивления, давления при заданной скорости, времени на выполнения данной работы заняло гораздо меньше, чем при выполнении подобного расчёта при помощи традиционных методов (“ручным способом”). По полученным результатам были построены графики зависимости скорости движения судна от сил, действующих на испытываемую 3D-модель. На которых наблюдается ожидаемая тенденция повышения величины силы при увеличении скорости хода модели. Из вышеперечисленного можно сделать вывод о наибольшей эффективности данного метода расчёта по сравнению с “традиционными”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бугаев В. Г., Дам Ван Тунг. Информационные технологии в жизненном цикле морской техники. Проектирование и инженерный анализ: учебное пособие для вузов. – г. Владивосток: Изд-во ДВФУ, 128 с.