

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ DASSAULT SYSTEMES SOLIDWORKS ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ АЭРОДИНАМИКИ АВТОМОБИЛЯ

Худер Л.Д.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Столер В. А. – к.т.н., доцент, профессор кафедры ИКТ

Аннотация. Статья посвящена изучению возможностей проведения аэродинамических исследований в программном комплексе Dassault Systemes SOLIDWORKS, анализу трёхмерной модели автомобиля, настройке параметров численного расчёта и оценке изменения скорости и направления ветра при контакте с элементами конструкции.

Ключевые слова: автомобиль, трёхмерная модель, аэродинамика, распределение скорости потока, направление воздушного потока, параметры расчёта, Dassault Systemes SOLIDWORKS

Введение. В условиях современного развития автомобилестроения аэродинамическая оптимизация конструкции транспортных средств приобретает всё большее значение. Характер распределения воздушных потоков влияет на устойчивость, энергоэффективность и динамические характеристики автомобиля, что делает проведение аэродинамических исследований неотъемлемой частью процесса проектирования [1].

Традиционные экспериментальные методы анализа очень затратны, что особенно актуально на ранних этапах разработки. В связи с этим возрастает роль программных средств численного моделирования, позволяющих исследовать поведение воздушной среды и оценивать влияние геометрии конструкции без создания физических прототипов.

Основная часть. Для проведения исследования аэродинамики использован модуль Flow Simulation программного комплекса Dassault Systemes SOLIDWORKS. В качестве объекта анализа выбрана трёхмерная модель болида Формулы 1, так как модель такого автомобиля обладает сложной конструкцией кузова и имеет аэродинамические элементы, такие как переднее и заднее антикрылья, боковые обтекатели и диффузор [2]. Эти элементы существенно влияют на распределение воздушных потоков и формирование аэродинамических сил, что делает болид подходящим примером для демонстрации возможностей численного моделирования.

Перед запуском расчёта выполнена настройка параметров среды, включая скорость и направление воздушного потока, температуру и плотность воздуха (рисунок 1).

Настройка этих параметров позволяет моделировать различные условия обтекания, включая как спокойное движение, так и взаимодействие с боковыми потоками. Такой подход обеспечивает возможность анализа чувствительности конструкции к изменениям внешних условий и выявления зон потенциального аэродинамического эффекта [3].

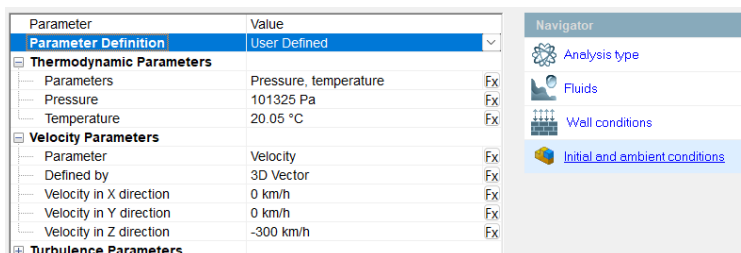


Рисунок 1 – Окно Настройки параметров среды

В процессе численного расчёта были получены распределения основных аэродинамических характеристик: скорость потока, давление, плотность воздуха и температура. Результаты визуализируются с помощью линий потока и цветовой карты, отражающей изменения параметров потока вокруг болида [4]. На визуализациях легко выделяются зоны ускорения и замедления воздушного потока, участки формирования завихрений и локальные изменения давления, что позволяет оценивать влияние каждого элемента конструкции на общую аэродинамическую эффективность (рисунок 2).

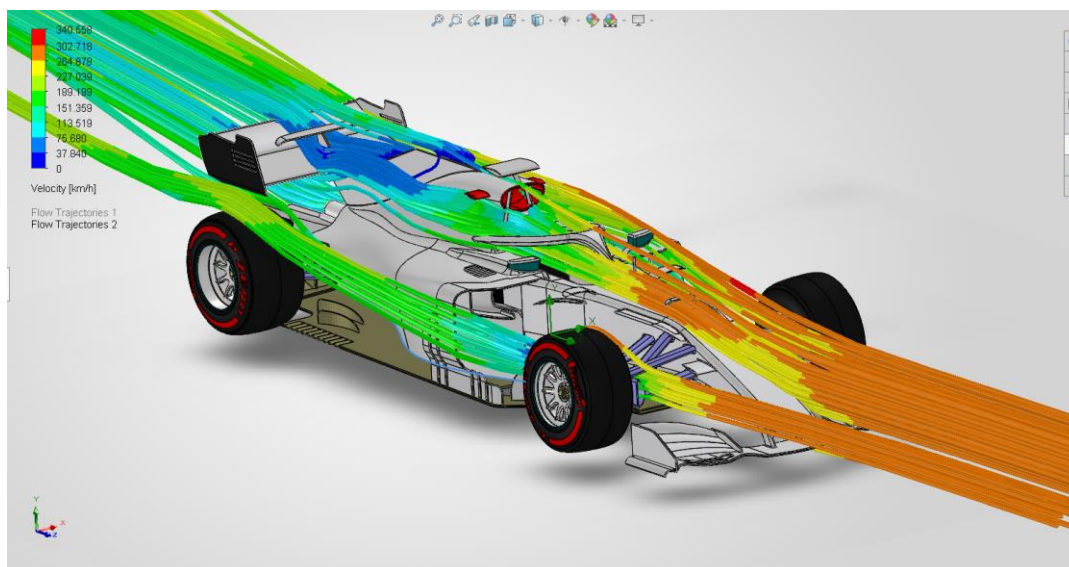


Рисунок 2 – Взаимодействие потока воздуха с 3D моделью

Для более детального анализа распределения давления вокруг болида применены сечения (cut plots), позволяющие визуализировать изменение давления воздуха на различных плоскостях модели (рисунок 3). Такая визуализация позволяет выявлять зоны локального повышения и понижения давления, а также оценивать влияние элементов конструкции на формирование аэродинамических сил.

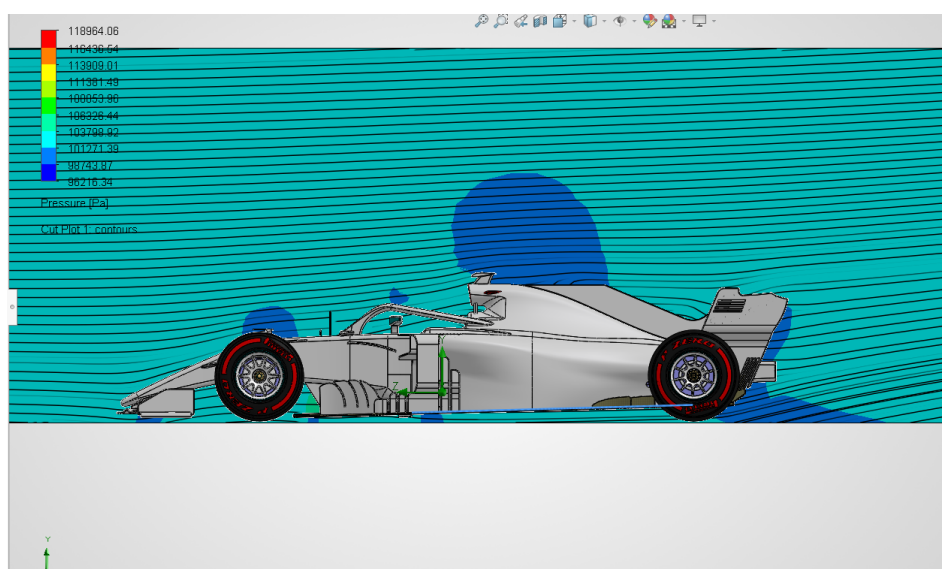


Рисунок 3 – Визуализация распределения давления вокруг 3D модели с помощью инструмента сечения

На сечениях хорошо прослеживаются участки концентрации давления около переднего и заднего антикрыльев, диффузора, а также в верхней части, где располагается воздухозаборник, что даёт более точное представление о взаимодействии воздушного потока с элементами кузова.

Использование Flow Simulation также предоставляет возможность проводить пошаговый анализ изменения параметров аэродинамики при модификации формы элементов кузова. Это позволяет на ранних стадиях проектирования выявлять проблемные участки конструкции, снижать риск возникновения аэродинамических дефектов и сокращать временные и материальные затраты по сравнению с традиционными экспериментальными методами, такими как изготовление физических моделей и испытания в аэродинамических трубах.

Применение численного моделирования наглядно демонстрирует, как программные инструменты могут использоваться для анализа аэродинамических процессов, оценки влияния геометрических особенностей и подготовки инженерных решений без необходимости проведения дорогостоящих физических экспериментов [5]. Такой подход обеспечивает более быстрый цикл проектирования и позволяет сосредоточить ресурсы на оптимизации конструкции и проверке наиболее критичных элементов.

Заключение. Выполнен анализ возможностей численного моделирования аэродинамических процессов с использованием модуля Flow Simulation программного комплекса Dassault Systemes SOLIDWORKS на примере сложной модели автомобиля. Установлено, что программная среда позволяет получать распределения скорости потока, давления, плотности и температуры воздуха, а также визуализировать изменение направления воздушных потоков при взаимодействии с элементами конструкции.

Определено, что применение методов вычислительной гидродинамики на ранних этапах проектирования обеспечивает выявление зон неблагоприятного распределения потока и позволяет проводить предварительную оценку аэродинамической эффективности без изготовления физических прототипов.

Показана целесообразность использования программного моделирования для сокращения временных и материальных затрат при проведении аэродинамических исследований. Полученные результаты подтверждают эффективность применения численных методов.

Список литературы

1. Aerodynamics of road vehicles / Wolf-Heinrich Hucho. – Springer, 2013. – Pp. 15–35
2. The Science of Formula 1 Design / A. Smith. – Haynes Publishing, 2019. – Pp. 45–62.3.
3. Dassault Systèmes. SOLIDWORKS Flow Simulation 2025 Help Documentation / Dassault Systèmes. – 2025. – Pp. 1–50.
4. Computational Fluid Dynamics with Visualizations / J.D. Anderson. – McGraw-Hill, 2011. – Pp. 100–125.
5. SAE Technical Paper. CFD in Automotive Engineering: Applications and Limitations / SAE. – 2018. – Paper 2018-01-1234. – Pp. 1–12.

UDC 004.921

USING DASSAULT SYSTEMES SOLIDWORKS TO CONDUCT AERODYNAMIC RESEARCH USING A COMPLEX 3D CAR MODEL

Khoulder L.D.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Stoler V. A. – Cand. of Sci., associate professor, professor of the department of ECG.

Annotation. This article explores the possibilities of conducting aerodynamic studies in the Dassault Systemes SOLIDWORKS software package, analyzing a three-dimensional model of a vehicle, setting up numerical calculation parameters, and assessing changes in wind speed and direction upon contact with structural elements.

Keywords: Automobile, 3D model, aerodynamics, flow velocity distribution, airflow direction, calculation parameters, Dassault Systemes SOLIDWORKS