

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗДУШНЫХ ПОТОКОВ В САЛОНЕ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ

Ивченко Диана Витальевна, ст. гр. Ам-53-18

Уровень комфорта - одно из основных качеств современного автомобиля. Это комплексный показатель, определяющий интерьером салона автомобиля, качеством мультимедийной системы, удобством посадки, системой регулирования температурой и очистки воздуха, наличие дополнительного оборудования (парктроника, камер заднего вида, электростеклоподъемников, подогрев сидения и др.) [1].

Температура комфорта человека находится в пределах от +23 °С до +25 °С [2, 3]. Автомобиль может работать в значительно большем диапазоне температур окружающей среды. Для обеспечения комфортных условий работы водителя и пассажиров примеряется системы вентиляции, обогрева и кондиционирования. Система кондиционирования позволяет охлаждать и очищать воздух в салоне автомобиля, за счет изменения агрегатного состояния хладагента. Система отопления производит нагрев воздушного потока за счет охлаждающей жидкости двигателя или другого источника тепла. Система вентиляции направляют воздушные потоки их окружающей среды в салон автомобиля. Все системы используют общие воздуховоды и единую систему управления.

В процессе эксплуатации эффективность охлаждения и обогрева снижается. Основные причины и неисправности:

- засорение воздуховодов и фильтров,
- образование накипи и коррозии радиаторов,
- измерение количества и качества хладагента,
- изменение характеристик насоса и электродвигателя.

Проверить состояния системы регулирования температуры салона можно по структурным и функциональным параметрам [4]. Поскольку комфорт – это субъективное понятие, то эффективность охлаждения и обогрева салона автомобиля целесообразно производить по температурно-временной характеристике воздуха в ключевых точках, расположенных в зоне водителя или пассажиров.

На температуру и скорость воздуха в салоне автомобиля влияет большое количество факторов:

- скорость и температура, направление и количество воздуха поступающего из воздуховодов;
- расположение элементов интерьера в салоне;
- количество пассажиров, их размер и расположение;
- температура воздуха за пределами кузова;
- скорость автомобиля;

- интенсивность и спектр ультрафиолетового излучения;
- материалы кузова и салона;
- особенность теплообмена между воздухом салона и окружающей среды и др.

Получить температурно-временную характеристику воздуха в салоне автомобиля можно экспериментальным или расчетным методами. Имитационное компьютерное моделирование предусматривает создание 3D-модели, задание свойств, условий и ограничений, получения и анализ результатов.

Программа Mentor Graphics FloEFD Suite¹ применяется для моделирования динамики гидравлических потоков, которая встраивается в системы на основе MCAD. Программа позволяет произвести моделирования потока воздуха и термическое моделирование по трехмерной модели салона автомобиля.

Для создания объемной модели салона автомобиля можно примерять следующие программные продукты:

- Solid Edge (Siemens PLM Software)²,
- NX (Siemens PLM Software)³,
- Creo Parametric (PTC, Inc)⁴,
- Pro/ENGINEER (PTC, Inc)⁵,
- CATIA (Dassault Systèmes)⁶,
- SolidWorks (Dassault Systèmes)⁷,
- Autodesk Inventor (Autodesk, Inc.)⁸ и др.

Система SolidWorks поставляется с SolidWorks Flow Simulation [5], которая используется для вычислительной гидродинамики (CFD), позволяет моделировать потоки жидкости и газа для вычисления рабочих характеристик и возможностей изделия, проводить комплексный тепловой расчёт для газо/гидродинамических и тепловых моделей, выполнять нестационарный анализ.

В результате компьютерного моделирования получаем распределение температуры и скорости воздуха по салону автомобиля при различных условиях и режимах. Выявляем зоны экстремальных значений, снижающих эффективность воздухообмена. Определяем время переходных процессов.

Экспериментальные исследования заключаются в изменении температуры в заданных точках салона автомобиля. Для регистрации

¹ <https://www.mentor.com/>

² <https://www.plm.automation.siemens.com/global/ru/index.html>

³ <https://www.plm.automation.siemens.com/global/ru/products/nx/>

⁴ <https://www.ptc.com/ru/products/cad/creo/parametric>

⁵ <https://www.ptc.com/ru/products/cad/pro-engineer>

⁶ <https://www.3ds.com/ru/produkty-i-uslugi/catia/>

⁷ <https://www.solidworks.com/>

⁸ <https://www.autodesk.com/>

температуры применялся цифровой температурный датчик DS18B20. Его особенность:

- линейная характеристика,
- достаточная погрешность (0.5 °C),
- возможность объединения несколько датчиков в одну линию связи (до 127 датчиков),
- передача данных по одному проводу по протоколу 1-Wire,
- низкое потребление тока
- небольшая цена.

Для организации работы протокола и передачи данных на компьютер использовалась программно-аппаратная платформа Arduino [6]. Связи Arduino с компьютером через USB разъем по протоколу COM.

Программное обеспечение ПЭВМ получает данные от всех датчиков и строит временную диаграмму, которую можно сравнить с данными, полученными в результате имитационного моделирования по 3D-модели. Сопоставляя экспериментальные и расчетные значения температур можно дать заключение об эффективности обогрева и охлаждения салона автомобиля.

Литература

- 1 Шестопалов С.К. Устройство легковых автомобилей. В двух частях. Ч. 2. Трансмиссия ходовая часть, рулевое управление, тормозные системы, кузов : Учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / С.К. Шестопалов. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2014. – 400 с.
- 2 M. Frontczak, P. Wargocki, Literature survey on how different factors influence human comfort in indoor environments. Build. Environ. 46, pp. 922-937, 2011
- 3 S.P. Corgnati, M. Gameiro da Silva, R. Ansaldi, E. Asadi, J.J. Costa, M. Filippi, J. Kaczmarczyk, A.K. Melikov, B.W. Olesen, Z. Popiolek, P. Wargocki, Indoor climate quality assessment – evaluation of indoor thermal and indoor air quality. Rehva Guidebook 14. Rehva, Brussels, 2011.
- 4 Автомобильные кондиционеры : Руководство / Стив Рэндл. – М.: Алфамер, 2002. – 128 с.
- 5 SOLIDWORKS Flow Simulation [Электронный ресурс] / SOLIDWORKS в Украине | SOLIDWORKS in Ukraine. – Режим доступа: https://intersed.kiev.ua/flow_simulation.
- 6 Arduino [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.arduino.cc/>.

Научный консультант: Кривошапов С.И., доц. каф. ТЭСА