Целигоров Н.А., Иванов Р.А.

Использование программы EEV Selection для измерения параметров кондиционера легкового автомобиля

*Донской государственный технический университет
(Россия, Ростов-на-Дону)*

doi: 10.18411/lj-02-2019-127

idsp: ljjournal-02-2019-127

Аннотация

В статье проведены анализ и расчет параметров автомобильного кондиционера с помощью программы EEV Selection. Программой строится холодильный цикл, и приводится схема автомобильного кондиционера, обеспечивающая требуемые параметры охлаждения автомобильного салона.

Ключевые слова: EEV Selection Advanced, холодильный цикл, компрессор, испаритель, Холодопроизводительность.

Abstract

The article analyzes and calculates the parameters of the car air conditioner using the program AV Selection. The program builds a refrigeration cycle, and provides a diagram of the car air conditioner, providing the required parameters for cooling the car interior.

Keywords: EEV Selection Advanced, refrigeration cycle, compressor, evaporator, cooling capacity.

Введение

Исследование и диагностика холодильной техники являются важными этапами при создании высокоэффективных холодильных комплексов. Для обеспечения расчетов холодильного цикла кондиционера легкового автомобиля может быть использована программа EEV Selection Advanced. Программа EEV Selection обеспечивает не только проведение расчета параметров автомобильного кондиционера, но и получение экспериментальных данных, по которым можно осуществить выбор соответствующих элементов автомобильного кондиционера [1].

Постановка задачи

В настоящее время методами математического моделирования проводят исследования таких сложных нелинейных систем управления с неопределенностями, к которым можно отнести системы управления процессами теплообмена в салоне автомобиля [2]. Применение вычислительной техники для исследования динамики процесса отопления или охлаждения салона и возможных методов регулирования температуры теплообменника является эффективным и удобным инженерным методом. Математическое моделирование позволяет исследовать систему при изменяющихся температурных значениях, а также возмущающих воздействиях, что позволит использовать разработанные методы для более точного регулирования температуры салона [3].

Ставится задача расчета холодопроизводительности автомобильного кондиционера, со следующими исходными данными:

Геометрические размеры испарителя

$(0,12 * 0,35 * 0,07) \text{ м}$

Площадь поверхности испарителя

$\delta = (0,12 \cdot 0,35) \cdot 2 + (0,35 \cdot 0,07) \cdot 2 + (0,12 \cdot 0,07) \cdot 2 = 0,15 \text{ (м}^2\text{)}$

Коэффициент теплопередачи поверхности

$k = 8 \text{ (Вт/м}^2\text{К)}$

Разность температур испарения и конденсации

$\Delta T = 45 - 5 = 40 \text{ (К)}$

Рассмотрим программу EEV Selection. Данная программа является свободно распространяемой, позволяет осуществить расчет и подбор основных узлов автомобильного кондиционера. Интерфейс этой программы представлен на (рис. 1). Используя исходные данные, подставим полученные значения температур на испарителе и конденсаторе в соответствующие поля программы (рис. 1). В зависимости от введенных значений строится холодильный цикл.

Рис.1 холодильный цикл в P-I координатах.

Используя данные холодильного цикла, представленного на (рис. 1), был произведен расчет холодопроизводительности автомобильного кондиционера. Из представленного цикла были взяты значения энтальпии (i_1, i_2, i_4, i_6, i_7) для расчета удельной работы компрессора, и удельной холодопроизводительности.

Рассчитаем холодопроизводительность автомобильного кондиционера.

$$\dot{Q} = k \cdot \delta \cdot \Delta T$$

$$\dot{Q} = 8 \cdot 0,15 \cdot 40 = 48 \text{ (Вт)}$$

Удельная холодопроизводительность по циклу на P-i диаграмме:

$$q = i_7 - i_6 = 395 - 247 = 148 \cdot 10^3 \text{ (Дж/кг)}$$

$$\text{Массовый расход } \dot{m} = \frac{\dot{Q}}{q} = \frac{48}{148 \cdot 10^3} = 32 \cdot 10^{-5} \text{ (м/с)}$$

$$\text{Удельная работа компрессора } l = i_2 - i_1 = 465 - 405 = 60 \cdot 10^3 \text{ (Дж/кг)}$$

Полезная мощность компрессора

$$N_{\text{полезн}} = l \cdot \dot{m} = 60 \cdot 10^3 \cdot 32 \cdot 10^{-5} = 19,2 \text{ (Вт)}$$

Сила электрического тока $I = 14,6 \text{ А}$

Электрическое напряжение $U = 220 \text{ В}$

$$\text{Потребляемая мощность } N_{\text{потр}} = I \cdot U = 14,6 \cdot 220 = 3212 \text{ (Вт)}$$

$$\text{КПД компрессора } \eta = \frac{N_{\text{полезн}}}{N_{\text{потр}}} = \frac{19,2}{3212} = 0,0059$$

$$\text{Степень повышения давления в компрессоре } \pi = \frac{P_2}{P_1} = \frac{10,2}{2,8} = 3,6$$

$$\text{Холодильный коэффициент } \varepsilon = \frac{q}{l} = \frac{148 \cdot 10^3}{60 \cdot 10^3} = 2,4$$

В результате расчета были получены:

Холодопроизводительность на испарителе

$$\dot{Q}_{\text{исп}} = q \cdot \dot{m} = 148 \cdot 10^3 \cdot 32 \cdot 10^{-5} = 47,4 \text{ (Вт)}$$

Холодопроизводительность на конденсаторе

$$\dot{Q}_{\text{конд}} = (i_2 - i_4) \cdot \dot{m} = (465 - 270) \cdot 32 \cdot 10^{-5} = 62,40 \text{ (Вт)}.$$

При использовании программы EEV Selection Advanced была построена схема автомобильного кондиционера (рис. 2), обеспечивающая требуемые параметры охлаждения автомобильного салона.

Рис. 2 Схема автомобильного кондиционера.

Получена схема автомобильного кондиционера с подробным значением температур и давлений на отдельных ее участках, что позволяет более точно провести требуемые расчеты, а также наглядно увидеть изменения, происходящие в работе автомобильного кондиционера [4]. Схема холодильной установки дает четкое представление о принципе действия машин разных моделей и типов [5].

Заключение

В ходе работы был осуществлен расчет параметров и конфигурации схемы автомобильного кондиционера с помощью программы EEV Selection, что обеспечивает возможность подбора конкретных узлов автомобильного кондиционера по полученным параметрам.

1. <https://www.carel.com/electronic-expansion-valve>.
2. Целигоров Н.А., Мафура Г.М., Целигорова Е.Н. Математические модели неопределенностей систем управления и методы, используемые для их исследования// «Инженерный вестник Дона», 2012, №4. – Режим доступа: <http://ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1277> (доступ свободный)
3. Tseligorov N., Tseligorova E., Mafura G. Robust absolute stability analysis of a temperature control system for an enclosed space//Проблемы оптимизации сложных систем. Труды 13-ой Международной Азиатской школы-семинара в рамках международной мультikonференции IEEE SIBIRCON 2017.
4. Ананьев В.А, Седых И.В. Холодильное оборудование для современных центральных кондиционеров. Расчеты и методы подбора: учеб. пособие – М.: Евроклимат, 2001. – 96 с.
5. Ананьев В.А., Балуева Л.Н., Гальперин А.Д. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика – М.: Евроклимат, 2001. – 416с. 3-е издание