МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЕГАЗОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

МАНЯШИН СЕРГЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСХОДА ТОПЛИВА АВТОМОБИЛЯМИ НА БАЗЕ ЕЗДОВОГО ЦИКЛА В НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Специальность 05.22.10 - Эксплуатация автомобильного транспорта

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель доктор технических наук, профессор Резник Л.Г.

Оренбург - 2013

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4

1. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА 11

1.1. Факторы, влияющие на режимы движения автомобиля в городе 11

1.2. Назначение, характеристики и основные типы ездовых циклов автомобилей 13

1.3. Особенности ездовых циклов в различных странах 15

1.3.1. Европейские ездовые циклы 15

1.3.2. Американские ездовые циклы 20

1.3.3. Японские ездовые циклы 24

1.3.4. Проект «Artemis» 28

1.3.5. Российские ездовые циклы 29

1.3.6. Анализ характеристик существующих ездовых циклов 32

1.4. Методы получения стандартных ездовых циклов 35

1.5. Влияние температуры воздуха и режима движения на топливную экономичность автомобиля 37

1.5.1. Режим движения 37

1.5.2. Температура воздуха 39

1.5.3. Дифференцированное нормирование расхода топлива 42

1.6. Взаимосвязь характеристик ездового цикла, температуры окружающей среды и топливной экономичности 43

1.7. Выводы. Задачи исследования 45

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ 47

2.1. Общая методика исследований 47

2.2. Теоретическое обоснование синтеза городского ездового цикла в условиях низких температур 50

2.2.1. Общая структура цикла 50

2.2.2. Особенности установившегося режима движения автомобиля 51

2.2.3. Методика формирования типичного ездового цикла 52

2.3. Имитационная модель процесса расхода топлива при движении автомобиля в ездовом цикле 56

2.3.1. Обоснование дискретного характера имитационной модели 56

2.3.2. Выбор системы моделирования 59

2.3.3. Разработка общей структуры модели 63

2.3.4. Функциональные зависимости между элементами модели 74

2.4. Выводы по главе 78

3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ 80

3.1. Цель и задачи экспериментальных исследований 80

3.2 Методика экспериментальных исследований 81

3.2.1 Общая методика экспериментальных исследований 81

3.2.2. Оборудование для проведения экспериментальных исследований 82

3.2.3. Программное обеспечение для автоматизированного проведения эксперимента 82

3.3. Обеспечение репрезентативности выборки и необходимой

погрешности измерений 83

3.3.1. Выбор способа отбора данных 83

3.3.2. Определение минимального объема выборки для исследования скоростного профиля 83

3.3.3. Определение минимального объема выборки при определении характеристик цикла 84

3.3.4. Число повторных измерений при определении численных значений параметров математических моделей 85

3.4. Методика обработки экспериментальных данных 86

3.4.1. Программное обеспечение предварительной обработки данных эксперимента 86

3.5. Результаты экспериментальных исследований скоростных профилей 88

3.5.1. Распознавание составляющих цикла движения и предварительная обработка данных 88

3.5.2. Результаты кластерного анализа данных о режиме движения автомобилей 93

3.5.3. Компоновка типичных циклов из набора кластеров 95

3.6. Определение параметров математических моделей 102

3.7. Проверка адекватности имитационной модели 108

3.7.1. Оценка точности имитационной модели 108

3.7.2. Моделирование расхода топлива при движении по ездовому циклу 112

3.7.3. Моделирование прогрева на холостом ходу 115

3.8. Выводы по главе 116

4. ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ 118

4.1. Определение условий формирования ездового цикла автомобиля и расхода топлива в зимний период 118

4.1.1. Исследование закономерностей формирования ездового цикла при низких температурах воздуха 118

4.1.2. Моделирование прогрева на холостом ходу в условиях отрицательных температур 122

4.1.3. Моделирование прогрева ДВС автомобиля в движении в зимний период 128

4.1.4. Исследование процесса расхода топлива при движении автомобиля по типичным ездовым циклам в условиях низких температур 129

4.1.5. Исследование расхода топлива и времени прогрева на холостом ходу в условиях отрицательных температур окружающей среды 131

4.2. Методика получения и использования ездового цикла 132

4.2.1. Синтез ездового цикла 132

4.2.2. Использование цикла в имитационной модели 134

4.3. Практическое использование результатов имитационного моделирования 136

4.3.1. Методика разработки дифференцированных норм расхода топлива с учетом режима движения и температуры окружающей среды 136

4.3.2. Методика определения и использования оптимального времени прогрева двигателя автомобиля перед началом эксплуатации 140

4.4. Оценка экономического эффекта 141

4.4.1. Расчет экономического эффекта от внедрения оптимального времени прогрева двигателя автомобиля перед началом эксплуатации 141

4.4.2. Расчет экономического эффекта от внедрения дифференцированного нормирования расхода топлива с учетом низких температур и условий хранения автомобиля 143

4.5. Выводы по главе 146

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ 148

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 150

166

ПРИЛОЖЕНИЯ

ОСНОВНЫЕРЕЗУЛЬТАТЫИВЫВОДЫ

 ТеоретическиобоснованаметодикаформированиятипичногоездовогоциклапредусматривающаяавтоматизированныйсбориобработкуданныхорежимахдвиженияавтомобилейпоследующуюкластеризациюметодомКсреднихиупорядочиваниепометодуцепейМарковаДляеереализациисозданапрограммаалгоритмработыкоторойоснованнатеориираспознаванияобразов

 Разработаналгоритмпроцессарасходованиятопливапридвиженииавтомобиляпогородскомумаршрутуинизкихтемпературахокружающейсредыоснованныйнаустановленныхфункциональныхзависимостяхмеждупоказателямиработыдвигателяивнешнимифакторамитемпературойокружающейсредыискоростьюдвиженияавтомобиля

 ЭкспериментальноустановленочтовзимнийпериодструктураихарактеристикигородскогоездовогоциклаопределяетсятемпературойокружающеговоздухаусловиямихраненияавтомобиляидлинойпоездкипоследлительнойостановкиХарактеристикигородскогоциклаполученногодлязимнихусловийсущественноотличаютсяотгородскогоциклапоГОСТвремядвиженияспостояннойскоростьюуменьшилосьсдоотобщеговременидвиженияавремяостановокнапротиввозрослосдоиболеевзависимостиоттемпературыокружающеговоздухачтовосновномобусловленонеобходимостьюпрогревадвигателяпередначаломдвижения

 ПодтвержденаадекватностьиполученыпараметрыаналитическихзависимостейиспользуемыхвимитационноймоделипроцессарасходованиятопливапридвижениипогородскомуциклувусловияхнизкихтемпературокружающейсредыдлярядамарокимоделейавтомобилейПриреализациимоделииспользоваласьсистемаимитационногомоделирования

ВозможностиразработанногопрограммногообеспеченияисоответствующаяорганизацияэкспериментасосборомданныхчерезсервисыпозволятвдальнейшемполучатьгородскойездовойциклдляусловийлюбогогородаиимитационныемоделипроцессарасходованиятопливалюбогоавтомобиляоборудованногоДВСсраспределеннымвпрыском