

УДК 629.113 (075.8)

*Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Южного федерального университета  
(протокол №3 от 23 ноября 2015 г.)*

**Рецензенты:**

доктор технических наук, профессор, зав. каф. электрических и электронных аппаратов ЮРГПУ (НПИ) **Павленко А.В.;**

кандидат технических наук, зав. отделом №4 ЗАО «ОКБ «РИТМ»  
**Черчаго А.Я.**

Береснев А.Л., Береснев М.А. Особенности систем управления ДВС подвижных объектов на альтернативных видах топлива: монография. – Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2015. – 147 с.

ISBN 978-5-9275-1574-5

Повышение цен на нефть и сокращение ее запасов заставляют активно искать альтернативные виды топлива для автомобильных двигателей. Ведущие производители и исследовательские институты, такие как Bosch, Daimler, VAG, Delphi и др. работают над созданием двутопливных систем, где используется не один вид топлива в один момент времени, а два вида топлива подаются в цилиндр и сгорают одновременно. Изучаются различные возможные комбинации топлив, наиболее перспективные среди которых: дизель+бензин, дизель+газ, бензин+газ. Поскольку высокие эксплуатационные показатели современных автомобильных ДВС обеспечиваются, в том числе, управлением их рабочим процессом, востребованными являются исследования по управлению двигателем при работе на различных топливных смесях. Для двутопливных двигателей управление необходимо осуществлять, помимо всего прочего, с учетом соотношения подач двух видов топлива. В данной работе рассмотрены актуальные методы, способы и алгоритмы управления ДВС, учитывающих этот момент.

Монография написана при поддержке Минобрнауки, НИР №114041540005 по госзаданию ВУЗам и научным организациям в сфере научной деятельности.

ISBN 978-5-9275-1574-5

© ЮФУ, 2015

© Береснев А.Л., 2015

© Береснев М.А., 2015

## Оглавление

|   |           |
|---|-----------|
| ВВЕДЕНИЕ .....  | 6         |
| <b>1. Критический анализ состояния проблемы .....</b>   | <b>8</b>  |
| 1.1. Основные подходы к улучшению экологических и эксплуатационных показателей ДВС .....                | 9         |
| 1.1.1. Совершенствование конструкции ДВС .....  | 9         |
| 1.1.2. Разработка принципиально новых двигателей .....  | 15        |
| 1.1.3. Использование альтернативных топлив .....  | 19        |
| 1.1.3. Использование бинарных топлив .....  | 24        |
| 1.2. Особенности применения бинарного топлива из бензина и сжиженного газа на автотранспорте .....      | 27        |
| 1.3. Преимущества и недостатки существующих методов управления ДВС при работе на бинарном топливе ..... | 31        |
| 1.3.1. Анализ методов класса 1 .....  | 31        |
| 1.3.1. Анализ методов класса 2 .....  | 35        |
| 1.4. Постановка цели и задач исследования .....   | 39        |
| <b>2. Разработка модели рабочего цикла двигателя при использовании бинарного топлива .....</b>          | <b>41</b> |
| 2.1. Определение входных и выходных данных .....  | 41        |
| 2.2. Формирование требований к модели .....   | 42        |
| 2.3. Выбор базового способа расчета тепловыделения .....  | 44        |
| 2.4. Процедура расчета рабочего цикла при использовании бинарного топлива .....                         | 48        |
| 2.4.1. Расчет термодинамической составляющей давления в цилиндре .....                                  | 49        |
| 2.4.1. Расчет кинетической составляющей давления в цилиндре .....                                       | 54        |

|  |            |
|--|------------|
| 2.4.3. Расчет процесса расширения.....   | 59         |
| 2.4.4. Расчет индикаторного крутящего момента.....   | 60         |
| 2.5. Идентификация модели.....   | 63         |
| <b>3. Разработка алгоритма управления УОЗ и схемы регулирования состава бинарного топлива .....</b>    | <b>64</b>  |
| 3.1. Новые возможности управления ДВС при работе на бинарном топливе .....                             | 64         |
| 3.2. Разработка алгоритма управления углом опережения зажигания .....                                  | 67         |
| 3.2.1. Разработка процедуры расчета УОЗ для достижения максимального давления в целевом диапазоне..... | 69         |
| 3.2.2. Алгоритмическая реализация процедуры расчета .....  | 70         |
| 3.3. Разработка способа устранения детонации с помощью бинарного топлива .....                         | 75         |
| 3.4. Разработка схемы регулирования состава бинарного топлива...                                       | 82         |
| 3.5. Проверка результатов работы алгоритмов на математической модели .....                             | 87         |
| 3.5.1. Моделирование процесса горения бинарного топлива .....  | 89         |
| 3.5.2. Моделирование рассчитанных по предложенному методу УОЗ .....                                    | 95         |
| 3.6. Экологические аспекты использования разработанного алгоритма и схемы .....                        | 98         |
| <b>4. Результаты экспериментальных исследований предлагаемого метода управления ДВС .....</b>          | <b>102</b> |
| 4.1. Программа и методика испытаний, экспериментальный стенд .....                                     | 102        |
| 4.2. Анализ результатов проверки алгоритма расчета УОЗ .....   | 116        |

|  |     |
|--|-----|
| 4.3. Анализ результатов проверки схемы регулирования состава бинарного топлива ..... | 120 |
| 4.4. Анализ результатов проверки способа обработки детонации ..                      | 127 |
| 4.5. Коррекция модели по экспериментальным данным .....                              | 129 |
| 4.6. Сравнение предложенного метода с существующими .....                            | 132 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....   | 136 |
| Библиографический список .....   | 138 |