

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИУ)»  
Институт «Политехнический»  
Факультет «Автотранспортный»  
Кафедра «Автомобильный транспорт»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой,

д.т.н., профессор

Ю.В. Рождественский

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г.

Разработка способа работы ДВС на части его цилиндров

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ–13.03.02.2019.101-031.00 ПЗ ВКР

Руководитель работы, к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ А. В. Гриценко

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г.

Автор ВКР, студент группы П-410

\_\_\_\_\_ К. В. Бабина

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г.

Нормоконтролер, к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ Д. В. Астафьев

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019г.

## АННОТАЦИЯ

Бабина К. В. Разработка способа работы двигателя внутреннего сгорания на части его цилиндров. Челябинск: ЮУрГУ, П-410, 2019, 75 с. иллюстраций – 35, таблиц – 10, библиография – 3 наименований.

В работе рассмотрена связь количества потребления топлива и количества выброса вредных веществ с использованием системы отключения части цилиндров бензинового двигателя внутреннего сгорания.

Был проведен анализ зарубежных аналогов системы отключения цилиндров, что выявило наличие существенных недостатков и необходимость разработки такой системы, которая бы не требовала больших затрат на реконструкцию двигателя.

Были проведены лабораторные исследования прибором мотор-тестер с диагностической программой «МТ-10», с помощью которой была проведена оценка качества топливно-воздушной смеси бензинового двигателя. Было проведено экспериментальное исследование, в ходе которого были построены внешние скоростные характеристики при работе двигателя на разных рабочих цилиндрах.

|                  |             |                       |                |             |                                                                                        |                                |             |               |
|------------------|-------------|-----------------------|----------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------|---------------|
|                  |             |                       |                |             | <i>130302.2019.031.000.ПЗ</i>                                                          |                                |             |               |
| <i>Изм.</i>      | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i>       | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                                                                                        |                                |             |               |
| <i>Разраб.</i>   |             | <i>Бабина</i>         |                |             | <i>Разработка способа работы двигателя внутреннего сгорания на части его цилиндров</i> | <i>Лит.</i>                    | <i>Лист</i> | <i>Листов</i> |
| <i>Провер.</i>   |             | <i>Гриценко</i>       |                |             |                                                                                        | <i>Д</i>                       | <i>5</i>    | <i>75</i>     |
| <i>Реценз.</i>   |             |                       |                |             |                                                                                        | <i>ЮУрГУ<br/>Кафедра «АвТ»</i> |             |               |
| <i>Н. Контр.</i> |             | <i>Астафьев</i>       |                |             |                                                                                        |                                |             |               |
| <i>Утверд.</i>   |             | <i>Рождественский</i> |                |             |                                                                                        |                                |             |               |

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВВЕДЕНИЕ .....                                                                                                              | 7  |
| 1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ЗАДАЧИ ВЫПУСКНОЙ РАБОТЫ .....                                                                         | 9  |
| 1.1 Влияние технического состояния автомобиля на расход топлива .....                                                       | 9  |
| 1.2 Современные двигатели внутреннего сгорания.....                                                                         | 11 |
| 1.2.1 Конструкция ДВС .....                                                                                                 | 12 |
| 1.2.2 Принцип работы.....                                                                                                   | 17 |
| 2 СИСТЕМЫ ПОЛНОГО И ЧАСТИЧНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ ЦИЛИНДРОВ..                                                                       | 20 |
| 2.1 Влияние режима движения двигателя на количество выбросов .....                                                          | 25 |
| 2.2 Взаимосвязь полного и частичного отключения цилиндров с параметрами экономичности.....                                  | 27 |
| 2.3 Выводы по главе.....                                                                                                    | 44 |
| 3 МЕТОДИКА ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ .....                                                                                  | 47 |
| 3.1 Выбор оборудования.....                                                                                                 | 47 |
| 3.1.1 Отключатель электромагнитных форсунок с компьютерным устройством и интерфейсом диагностической программы «Микас»..... | 47 |
| 3.1.2 Мотор-тестер «МТ-10» с диагностической программой «МТ-10» ....                                                        | 51 |
| 3.2 Методика проведения исследований .....                                                                                  | 56 |
| 3.2.1 Оценка качества топливно-воздушной смеси диагностической программы «МТ-10» .....                                      | 56 |
| 3.2.2 Снятие внешней скоростной и частичной характеристик .....                                                             | 57 |
| 3.3 Экспериментальные исследования.....                                                                                     | 57 |
| 3.3.1 Экспериментальные данные оценки топливно-воздушной смеси.....                                                         | 57 |
| 3.3.2 Снятие внешней скоростной характеристики двигателя ЗМЗ-406.....                                                       | 61 |
| 3.4 Выводы по главе.....                                                                                                    | 64 |
| 4 ОХРАНА ТРУДА .....                                                                                                        | 66 |
| 4.1 Опасные и вредные производственные факторы.....                                                                         | 67 |
| 4.2 Мероприятия по защите рабочих от опасных и вредных факторов .....                                                       | 68 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....                                                                                                            | 71 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....                                                                                               | 71 |

## ВВЕДЕНИЕ

Вот уже более ста лет, как основным силовым агрегатом в мире на мотоциклах, автомобилях, тракторах и на другой агротехнике является двигатель внутреннего сгорания. Такой вид двигателя в начале двадцатого века пришел на смену двигателю внешнего сгорания. И на сегодняшний день до сих пор является самым экономически эффективным видом мотора.

Двигатель внутреннего сгорания (ДВС) – это двигатель, в котором процесс сгорания топлива происходит непосредственно в внутри двигателя, то есть в камере сгорания. В процессе работы тепловая и химическая энергия преобразуются в механическую энергию, приводя автомобиль в движение.

Первый поршневой двигатель, который работал на газообразном водороде, сконструировал французско-швейцарский изобретатель Франсуа Исаак де Риваз. Этот двигатель имел такие элементы конструкции, которые вошли в последующие прототипы ДВС: искровое зажигание и поршневая группа.

Первый же почти пригодный к использованию двухтактный газовый двигатель был построен французским механиком Этьеном Ленуаром в 1860 году [35].

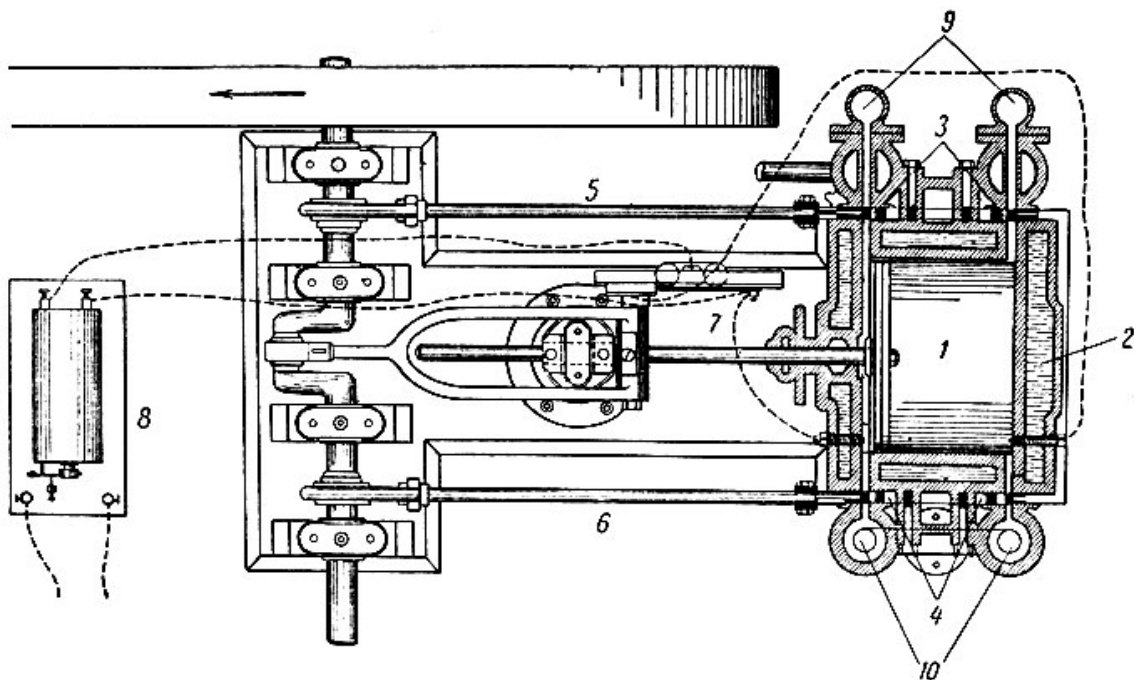


Рисунок 1 – Схема газового двигателя Ленуара.

| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
|------|------|----------|-------|------|
|      |      |          |       |      |

13.03.02.2019.031.00 ПЗ

Лист

7

1 – цилиндр; 2 – водяная рубашка охлаждающая цилиндр; 3 – впускные золотники; 4 – выпускные золотники; 5 – распределительная тяга впуска; 6 – тяга выпуска; 7 – распределительный диск моментов зажигания; 8 – индукционная катушка; 9 – подача газа; 10 – выхлоп отработавших газов.

Мощность двигателя составляла 8,8 кВт, если переводить в лошадиные силы, то это 11,97 л.с.

Двигатель Ленуара представлял собой горизонтальную одноцилиндровую машину, которая работала на смеси воздуха и светильного газа с электрическим искровым зажиганием от внешнего источника. В двигателе появился кривошипно-шатунный механизм, которого не было в двигателе Риваза.

После многих испытаний подтвердилось, что такой двигатель имел очень низкую экономичность, его КПД составляло всего 4,65%. Поэтому его использовали в мелкой технике, по большей степени в лодках.

Далее, вплоть до 1884 года, многие инженеры по всему миру выпускали более совершенные патенты.

Так в 1884 Огнеслав Степанович Костович сконструировал первый бензиновый карбюраторный двигатель. Который был оппозитный, с горизонтальным размещением направленных встречно цилиндров. Он был 4-тактный, 8-цилиндровый, с водяным охлаждением. Мощность такого двигателя составляла 80 л.с., при весе в 240 кг.

Следующие года были предоставлены на улучшение характеристик двигателей. Была необходимость в уменьшении габаритов, а также в увеличении мощности, которой достигли за счет увеличения количества цилиндров. Так, уже более 100 лет автомобиль является неотъемлемой частью жизни.

|      |      |          |       |      |                         |      |
|------|------|----------|-------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |       |      | 13.03.02.2019.031.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |                         | 8    |

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалифицированной работы были рассмотрены виды двигателя внутреннего сгорания, его устройство и принцип работы, также была выявлена зависимость количества потребляемого топлива и количества вредных веществ, выбрасываемых двигателем.

Были проанализированы зарубежные системы отключения части цилиндров бензинового двигателя. Исходя из этого был выбран способ отключения цилиндров без перепуска отработавших газов.

Были проведены лабораторные исследования диагностическим прибором «МТ-10», в ходе которого было оценено качество топливно-воздушной смеси (ТВС) и снятие внешних скоростных характеристик, что позволило установить оптимальный коэффициент коррекции ТВС и соответственно минимальную подачу топлива.

В экспериментальных исследованиях была использована методика снятия внешней скоростной характеристики бензинового двигателя безстендовым способом с использованием программного обеспечения «Микас», которая позволяет производить полное и поцикловое отключение цилиндров двигателя внутреннего сгорания.

Проверка достоверности полученных результатов проводилась путем сравнения результатов диагностирования с аналогичными результатами полученными на других двигателях. Экспериментальные исследования проводились, на двигателе ЗМЗ 406.

|      |      |          |       |      |                         |      |
|------|------|----------|-------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |       |      | 13.03.02.2019.031.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |                         | 73   |

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Автомобильный справочник / Б.С. Васильев, М.С. Высоцкий, К.Л. Гаврилов и др. Под общей ред. В.М. Приходько. М.: ОАО Издательство «Машиностроение», 2004.

2. Бакайкин Д.Д., Куков С.С., Михайлов Ю.Е. Диагностирование пропускной способности бензиновых электромагнитных форсунок // Труды Всерос. науч.-исслед. технолог. института ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка ГОСНИТИ. – М.,2008.

3. Гриценко А.В., Бакайкин Д.Д., Куков С.С. Техническое обслуживание элементов системы топливоподачи бензинового двигателя с электронной системой управления Вестник ЧГАУ. Т 47. Челябинск:2006.

4. Гриценко А.В., Куков С.С. Обоснование и разработка средств и методов диагностирования двигателей внутреннего сгорания автомобилей // Материалы Iмеждународ. науч.-техн. конф. «Достижениянауки – агропромышленномупроизводству». ЧГАА, Челябинск,2011.

5. Гриценко А.В. Диагностирование систем двигателя внутреннего сгорания бестормозным методом с перераспределением цилиндрических нагрузок // Вестник ЧГАА, Челябинск, 2011, Т58.

6. Голубева А.С., Магарин Е.Р. Экологическая безопасность эксплуатации автомомбиляУрФУ – Екатеринбург: 2015.

7. Гриценко А.В., Куков С.С. Обоснование и разработка эффективных систем диагностирования двигателей внутреннего сгорания мобильных сельскохозяйственныхмашин//МатериалыIмеждународ.науч.-техн.конф.«Достижения науки – агропромышленному производству». Ч. III. ЧГАА, Челябинск, 2012.

8. Гриценко А.В., Куков С.С. Диагностирование систем ДВС на тестовых статических режимах // Вестник ЧГАА, Челябинск, 2012, Т 61, с.31–38.

9. Гриценко А.В. и др. Совершенствование методов, средств и процессов тестового диагностирования систем ДВС // Гриценко А.В., Глемба К.В., Ларин

О.Н. Известия Волгоградского государственного технического университета, В.: Т. 18.

10. Диагностика и техническое обслуживание машин: учебник для студентов высш. учебн. заведений / А.Д. Ананьин, В.М. Михлин, И.И. Габитов и др. – М.: Издательский центр «Академия»,2008.

11. Дьявченко В.Т. Теория двигателей внутреннего сгорания ХНАДУ – Харьков: 2009.

12. Ерохов В.И. Системы впрыска бензиновых двигателей (конструкция, расчет, диагностика). Учебник для вузов. – М: Горячая линия – Телеком,2011.

13. Зарубин А.Г. Устройство, обслуживание и ремонт систем современного впрыска. Минск. Высшая школа.2002.

14. Изаков Ф.Я. Планирование эксперимента и обработка опытных данных: Учебное пособие. Челябинск: ЧГАУ,2003.

15. Инжекторные системы автомобилей ВАЗ, ГАЗ и УАЗ и диагностика их приборами НПП «НТС». – Изд. 4-е, доп. – Самара: НПП «НТС»,2004.

16. Козловский В.Н. Обеспечение качества и надежности системы электрооборудования автомобилей. Автореферат дис...докт. техн. наук. / Тольятти2010.

17. Кузнецов Е.С. Техническая эксплуатация автомобилей в США. М.: Транспорт, 1992, 352с.

18. Кульчицкий А.Р. Токсичность автомобильных и тракторных двигателей: Учеб. Пос. для высшей школы. 2-е изд., испр. и доп.-М.: Академический Проект, 2004. - 400с.

19. Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники. М.: МСХ РФ, 1998, 219с.

20. Мотор-Тестер МТ10КМ. ПАСПОРТ. ООО «НТС». Самара, 2012, 24с.

21. Надежность в машиностроении: Справочник 1 / под общ. ред. В.В. Шашкина, Г.П. Корзова. – СПб.: Политехника, 1992, 719с.

22. Переносные стрелочные комбинированные приборы. Информационный обзор для радиолюбителей / Сост. Е.В. Кулаков. – М.: НТ Пресс, 2005,208с.

|      |      |          |       |      |                         |      |
|------|------|----------|-------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |       |      | 13.03.02.2019.031.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |                         | 75   |



23. Программа диагностическая мотор-тестер МТ-4. Приставка KRP-4M. Руководство пользователя. Самара: НПП «Новые Технологические системы», 2002, 47

24. Росс Твег. Системы зажигания легковых автомобилей. Устройство, обслуживание и ремонт. – М.: ЗАО «КЖИ»-За рулем, 2004, 96с.

25. Руководство по эксплуатации USBAutoscopeIII, руководство по работе с программой USB осциллограф)

26. Руководства: Компьютерный комплекс МОТОР-ТЕСТЕР МТ10КМ с программным обеспечением МТ10 и блоком автомобильной диагностики АМД-4АКМ. ООО «НПП «НТС». Самара, 2012, 62с.

27. Савчук В.П. Обработка результатов измерений. Физическая лаборатория. Ч1: Учебн. Пособие для студентов вузов. – Одесса: ОНТУ, 2002, 54с.

28. Сапожников В.В., Сапожников Вл.В. Основы технической диагностики: Учебное пособие для студентов вузов ж-д. транспорта. М.: Маршрут, 2004, 318с.

29. Теория надежности: Учеб. для вузов / В.А. Острейковский. – М.: Высш. шк., 2003, 463с.

30. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. / Е.С. Кузнецов, А.П. Болдин, В.М. Власов и др. – М.: Наука, 2001.

31. Техническая эксплуатация автомобилей. Теоретические и практические аспекты. Учеб. Пособие для студ. высш. учеб. заведений / В.С. Малкин – М.: Издательский центр «Академия», 2007, 288с.

32. Техническая эксплуатация автомобилей: учеб. пособие / Н.А. Коваленко, В.П. Лобах, Н.В. Вепринцев. – Минск: Новое знание, 2008. – 352с.

33. Техническая эксплуатация авиационного оборудования: Учебник для вузов / В.Г. Воробьев, В.Д. Константинов, В.Г. Денисов и др.: Под ред. В.Г. Воробьева – М.: Транспорт, 1990. – 296с.

34. Хабардин В.Н. Ресурсосберегающие технологии и средства технического обслуживания тракторов в сельском хозяйстве. Автореферат дис...докт. техн. наук. / Новосибирск, 2009.

35. Шароглазов Б.А. Двигатели внутреннего сгорания: Теория, моделирование и расчет процессов: ЮУрГУ – Челябинск: 2005.

36. Электронный ресурс ГОСТ 12.0.001-82 - Система стандартов безопасности труда. Основные положения.

|      |      |          |       |      |                         |      |
|------|------|----------|-------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |       |      | 13.03.02.2019.031.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |                         | 77   |