

УДК: 621.436.22:629.08

# ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА ВО ВПУСКНОМ КОЛЛЕКТОРЕ ДВИГАТЕЛЯ НА ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ИМПУЛЬСА ОТКРЫТИЯ ФОРСУНКИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЯ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ

**Б.У. Акунов\*, К.Дж. Касымбеков**

*Кыргызский государственный технический университет (КГТУ)*

*им. И. Раззакова,*

*г. Бишкек, Кыргызская Республика*

*\*akunov1@yandex.ru*

## АННОТАЦИЯ

**Введение.** Температура воздуха во впускном коллекторе используется электронным блоком управления двигателем для корректирования времени впрыска топлива форсункой. Температура воздуха на впуске – величина непостоянная и зависит от условий эксплуатации автомобиля. При снижении температуры воздуха на впуске длительность импульса открытия форсунок увеличивается и, наоборот, при повышении температуры воздуха на впуске длительность импульса открытия форсунок уменьшается.

**Материалы и методы.** Основное содержание исследования составляет анализ влияния температуры воздуха во впускном коллекторе двигателя на длительность импульса открытия форсунки при работе двигателя на холостом ходу и при движении автомобиля с различными скоростными режимами на равнинном, горном и высокогорном участках автомобильной дороги.

**Результаты.** Результаты исследования показали, что движение автомобиля на больших скоростях на равнинных участках автомобильной дороги приводит к значительному снижению температуры воздуха во впускном коллекторе и увеличению длительности импульса открытия форсунок. При движении автомобиля на подъем влияние температуры воздуха во впускном коллекторе на длительность импульса открытия форсунок незначительное, так как на скорость движения автомобиля оказывают влияние сложность рельефа местности и параметры горной и высокогорной автомобильной дороги.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** топливовоздушная смесь, температура воздуха на впуске, длительность открытия форсунки, электронный блок управления, скорость движения автомобиля, автомобильная дорога, равнинный участок, высокогорный участок.

© Б.У. Акунов, К.Дж. Касымбеков



Контент доступен под лицензией  
Creative Commons Attribution 4.0 License.

# INFLUENCE OF AIR TEMPERATURE ON DURATION OF IMPULSE OPENING SPRAY IN THE ENGINE INTAKE MANIFOLD WHILE CAR OPERATION IN VARIOUS CONDITIONS

*B.U. Akunov\*, K.Dj. Kasymbekov*

*Kyrgyz State Technical University (KSTU) named after I. Razzakov,  
Bishkek, Kyrgyz Republic  
\*akunov1@yandex.ru*

## ABSTRACT

**Introduction.** *The air temperature in the intake manifold is used by an electronic engine control unit to adjust the injection time of the fuel injector top. The intake air temperature is variable and depends on the operating conditions of the vehicle. When air intake temperature decreases, the duration of the nozzle opening pulse increases and, conversely, as air intake temperature increases, the duration of the nozzle opening pulse decreases.*

**Materials and methods.** *The paper demonstrates the analysis of the air temperature effect in the intake manifold of the engine on the duration of the injector opening pulse while the engine is idling and when the vehicle is moving with different speed conditions on the flat, mountainous and alpine sections of the road.*

**Results.** *As a result, the research shows that the movement of the car at high speeds on the flat sections of the road leads to a significant decrease of air temperature in the intake manifold and an increase in the duration of the injector opening pulse. Moreover, when the vehicle moves on the mountainous sections of the road, the effect of air temperature in the intake manifold on the nozzle opening impulse duration is insignificant, since the speed of the vehicle movement is influenced by the complexity of the terrain and the parameters of the mountain and high-mountain roads.*

**KEYWORDS:** *air-fuel mixture, intake air temperature, duration of injectors' opening, electronic control unit, vehicle speed, road, flat road, mountainous road.*

© B.U. Akunov, K.Dj. Kasymbekov



Content is available under the license  
Creative Commons Attribution 4.0 License.

### ВВЕДЕНИЕ

Как известно, эффективная работа двигателей внутреннего сгорания (ДВС), экономические и экологические показатели автомобиля в основном зависят от полноты сгорания горючей смеси в цилиндрах двигателя. Полное сгорание горючей смеси в цилиндрах двигателя зависит от качества образования топливовоздушной смеси, состоящей из воздуха и паров бензина. У современных автомобилей стехиометрический, гомогенный состав топливовоздушной смеси (1 кг топлива на 14,7 кг воздуха) обеспечивает электронный блок управления (ЭБУ) двигателя [1, 2], получая информацию о текущем состоянии двигателя от различных датчиков, в том числе и от датчика температуры воздуха во впускном коллекторе (далее температуры воздуха на впуске).

Температура воздуха на впуске определяется датчиком температуры воздуха на впуске (ДТВВ), который обычно устанавливается во впускном коллекторе в корпусе датчика массового расхода воздуха (ДМРВ) [3], используется ЭБУ двигателем для двух основных корректировок при работе ДВС: для корректирования длительности времени впрыска топлива форсункой и для изменения угла опережения зажигания [4]. Для ЭБУ двигателем информация о температуре воздуха на впуске необходима для оценки плотности воздуха, чтобы он смог сбалансировать топливную смесь для образования оптимального состава топливовоздушной смеси при работе двигателя в различных режимах. Как известно, холодный воздух имеет большую плотность, чем горячий, и требуется больше топлива для сохранения оптимального соотношения смеси воздуха и топлива. ЭБУ двигателя изменяет соотношение воздух – топливо путем изменения длительности импульса впрыска топлива форсункой во впускной коллектор [4]. Таким образом, при снижении температуры воздуха на впуске длительность импульса открытия форсунки увеличивается и, наоборот, при повышении температуры воздуха на впуске длительность импульса открытия форсунки уменьшается.

Влияние температуры воздуха на впуске на длительность импульса открытия форсунок при запуске холодного двигателя автомобиля достаточно широко освещено в работах [5, 6].

Например, в режиме запуска холодного двигателя длительность впрыскивания топлива форсункой определяется с учетом следующих факторов:

- базовой длительности впрыскивания то-

плива, которая рассчитывается ЭБУ с учётом температуры охлаждающей жидкости в двигателе;

- температуры воздуха во впускном коллекторе двигателя;

- продолжительности срабатывания форсунки, т.е. время задержки открытия и закрытия электромагнитного клапана форсунки, так называемое lag time форсунки.

В работе [7, 8], по результатам проведенных научно-исследовательских работ в Тюменском государственном нефтегазовом университете, по определению оптимальной температуры воздуха во впускном коллекторе двигателя отмечается, что температура воздуха, при которой обеспечивается оптимальный состав смеси воздуха и топлива, составляет 40 – 60 °С. Но в реальных условиях в процессе движения автомобиля поддержание такого температурного режима воздуха на впуске невозможно из-за влияния различных переменных факторов внешней среды [7, 8]. Под влиянием факторов внешней среды автомобиль движется в различных скоростных режимах. Поэтому температура воздуха на впуске двигателя в зависимости от условий эксплуатации автомобиля колеблется в широких пределах. Например, в зимнее время при эксплуатации автомобиля в горных и высокогорных условиях, когда автомобиль движется на подъем, температура воздуха на впуске снижается до 10 °С, что приводит к ухудшению испаряемости топлива во впускном коллекторе двигателя. Летом, при эксплуатации автомобиля в равнинных условиях, когда двигатель работает на холостом ходу и при движении автомобиля на малых скоростях (например в городе), наоборот, температура воздуха на впуске поднимается до 70 – 80 °С. При этом наполняемость цилиндров горючей смесью (воздухом) ухудшается. Таким образом, температура воздуха на впуске двигателя оказывает существенное влияние на качество образования топливовоздушной смеси.

Поэтому анализ и учет влияния температуры воздуха на впуске на длительность импульса открытия форсунки двигателя при движении автомобиля на различных скоростных режимах являются одним из актуальных вопросов, направленных на улучшение топливно-экономических и экологических показателей автомобиля. Так как расход топлива автомобиля при эксплуатации непосредственно зависит от длительности импульса открытия форсунки двигателя.

Особо следует подчеркнуть о важности исправности ДТВВ и достоверности информации о величине температуры воздуха на впуске. По его показаниям ЭБУ двигателя корректирует объем впрыска топлива форсункой. При неисправности ДТВВ величина температуры воздуха на впуске принимается ЭБУ 20 °С для 16-клапанного двигателя [9]. Особенно это важно при движении автомобиля с большой скоростью на равнинной дороге в жаркое время года и при движении на подъеме в зимнее время года.

Исходя из этих аргументаций, в данной работе авторами поставлена задача по исследованию влияния температуры воздуха на впуске на длительность импульса открытия форсунки двигателя при движении автомобиля на различных скоростных режимах при эксплуатации его в различных условиях.

### **МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Целью данной работы является анализ влияния температуры воздуха во впускном коллекторе двигателя на длительность импульса открытия форсунки при работе двигателя на холостом ходу и при движении автомобиля в различных условиях.

Для анализа показателей температуры воздуха во впускном коллекторе двигателя в реальных условиях эксплуатации автомобиля проведены серии экспериментальных исследований на автомобилях Toyota Corolla Verso с двигателем 3ZZ-FE, Toyota Avensis с двигателем 4A-FE, Mitsubishi Space Star с двигателем 4G18. Двигатели автомобилей оснащены системой распределенного впрыска топлива, способ подачи топлива – фазированный (синхронный).

Экспериментальные исследования проводились на автомобильной дороге Бишкек – Ош, которая соединяет северные регионы Кыргызской Республики с южными регионами. Для автомобильной дороги Бишкек – Ош характерны равнинные, горные и высокогорные условия эксплуатации автомобилей, и проходит она на высоте 750 – 3200 м над уровнем моря через высокогорные перевалы Тоо-Ашуу и Ала-Бель (3200 м над уровнем моря) [10]. При проведении эксперимента использовались компьютерная программа MotorData и кабельный адаптер ELM 327 для подключения компьютера к DLC (Data Link Connector) разъему автомобиля, т.е. к системе бортовой

самодиагностики – EOBD (European On Board Diagnostic – Европейская бортовая диагностическая система, основанная на спецификации OBD-II) автомобиля.

Следует подчеркнуть, что в условиях Кыргызской Республики температура окружающего воздуха на равнинных местностях (650 – 1000 м над уровнем моря) в жаркое время года достигает 45 °С. В горных (1500 – 2500 м над уровнем моря) и высокогорных (2500 – 3000 и более м над уровнем моря) условиях температура окружающего воздуха в жаркое время года составляет 5 – 15 °С. В холодное время года в горных и высокогорных местностях температура окружающего воздуха снижается до – 45 °С.

После статистической обработки полученных результатов экспериментальных исследований выявлено, что на увеличение длительности импульса открытия форсунки двигателя существенно влияет изменение температуры воздуха на впуске при движении автомобиля на различных скоростных режимах. Следует отметить, что скорость движения автомобиля является основным эксплуатационным параметром, который сильно изменяется в зависимости от условий эксплуатации и оказывает значительное влияние на расход топлива [11].

Поэтому в качестве примера на рисунках 1, 2 и 3 показаны графики влияния скорости движения автомобиля на показатели температуры воздуха во впускном коллекторе двигателя при эксплуатации автомобиля в жаркое время года в различных условиях. Из графиков видно, что с изменением температуры воздуха на впуске в зависимости от скорости движения автомобиля изменяются показатели длительности импульса открытия форсунки.

На графике (см. рисунок 1) показаны изменения показателей температуры воздуха на впуске и длительности импульса открытия форсунок в зависимости от скорости движения автомобиля на равнинном участке Кара-Балта – пост «Сосновка» автомобильной дороги Бишкек – Ош (61 – 72 км). Из графика видно, что при работе двигателя на холостом ходу  $T_{\text{вв}} = 38 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , а  $t_{\text{иф}} = 2,43 \text{ мс}$ . С момента трогания автомобиля с места до скорости разгона 72 км/ч температура воздуха на впуске снижается с 38 °С до 20 °С, т.е. на 18 °С. Длительность импульса открытия форсунки при температуре воздуха на впуске 20 °С начинает заметно увеличиваться (до 9,08 мс).



**РАЗДЕЛ II.  
ТРАНСПОРТ**

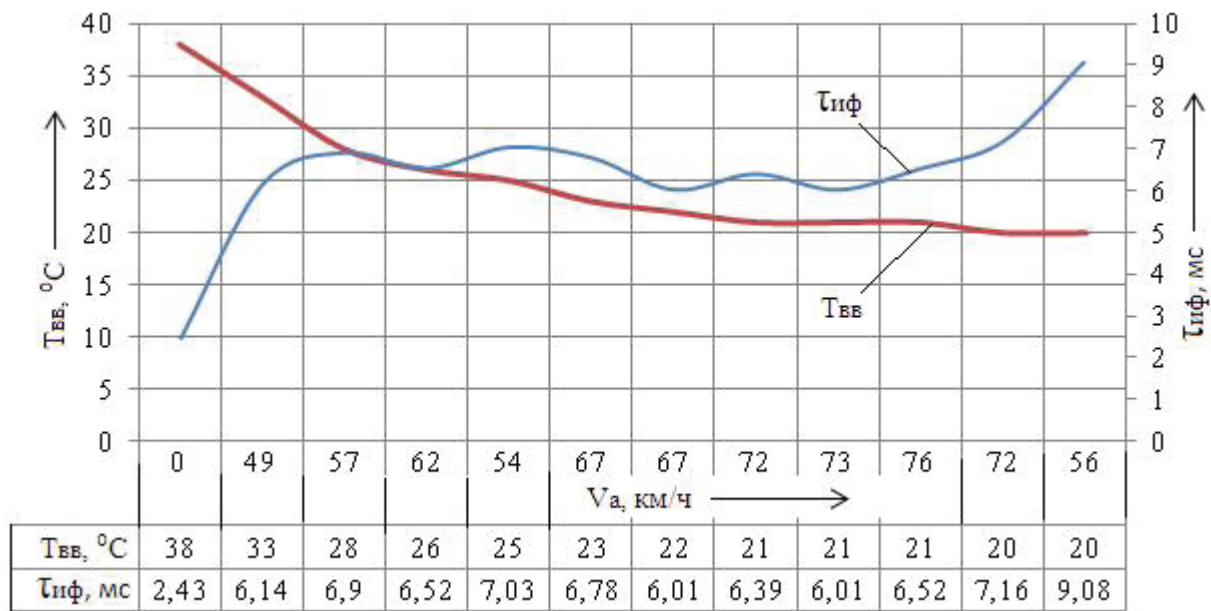


Рисунок 1 – График зависимости температуры воздуха на впускном коллекторе и длительности импульса открытия форсунок от скорости движения автомобиля на высоте 770 – 972 м над уровнем моря (в качестве примера показаны результаты экспериментальных исследований, проведенных в июле 2017 года на автомобиле Toyota Corolla Verso с механической трансмиссией)

Figure 1 – Diagram of the air temperature in the intake manifold and the pulse opening duration of the injectors from the vehicle speed at an altitude of 770 – 972 m above sea level (as an example, the results of experimental studies conducted in July 2017 on a Toyota Corolla Verso with a mechanical transmission)

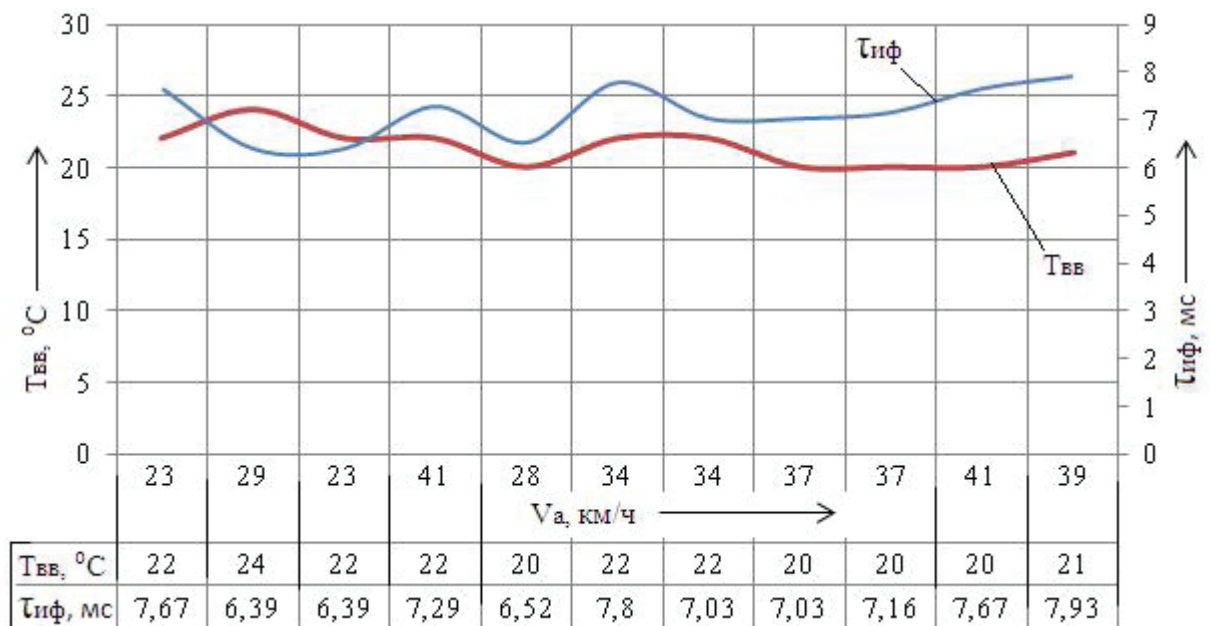


Рисунок 2 – График зависимости температуры воздуха на впускном коллекторе и длительности импульса открытия форсунок от скорости движения автомобиля на высоте 2656 – 3031 м над уровнем моря (в качестве примера показаны результаты экспериментальных исследований, проведенных в июле 2017 года на автомобиле Toyota Corolla Verso с механической трансмиссией)

Figure 2 – Diagram of the air temperature in the intake manifold and the pulse opening duration of the injectors from the vehicle speed at an altitude of 2656 – 3031 m above sea level (as an example, the results of experimental studies conducted in July 2017 on a Toyota Corolla Verso with a mechanical transmission)

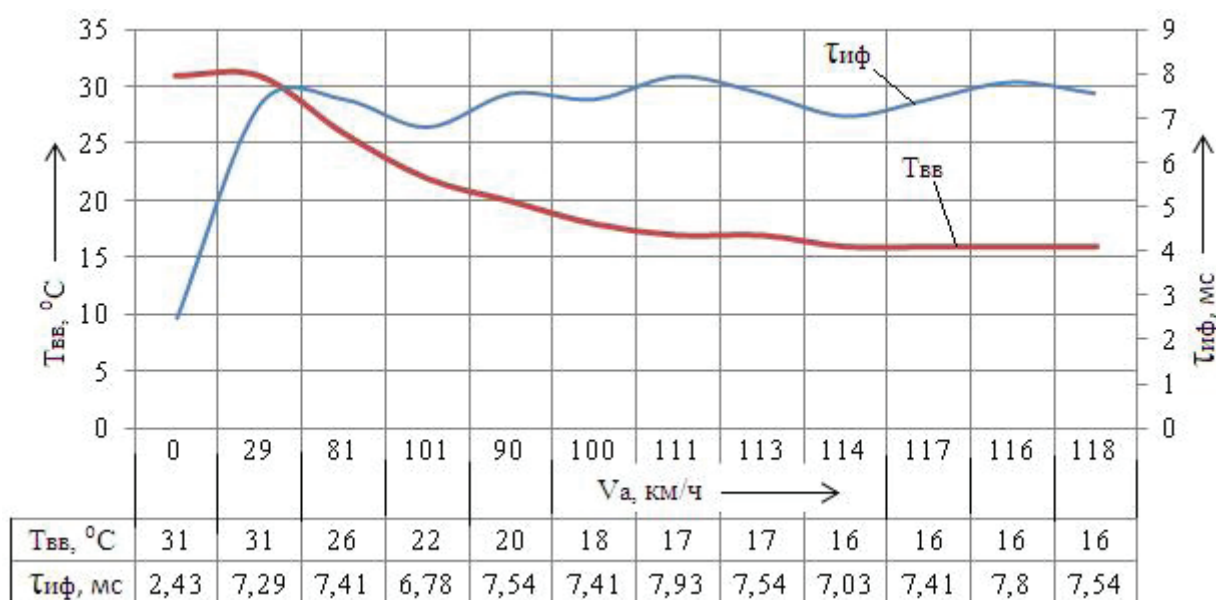


Рисунок 3 – График зависимости температуры воздуха на впускном коллекторе и длительности импульса открытия форсунок от скорости движения автомобиля на высоте 2600 – 2700 м над уровнем моря (в качестве примера показаны результаты экспериментальных исследований, проведенных в июле 2017 года на автомобиле Toyota Corolla Verso с механической трансмиссией)

Figure 3 – Diagram of the air temperature in the intake manifold and the pulse opening duration of the injectors from the vehicle speed at an altitude of 2600 – 2700 m above sea level (as an example, the results of experimental studies conducted in July 2017 on a Toyota Corolla Verso with a mechanical transmission)

На графике (см. рисунок 2) показаны изменения показателей температуры воздуха на впуске и длительности импульса открытия форсунок в зависимости от скорости движения автомобиля на высокогорном участке автомобильной дороги Бишкек – Ош (122 – 128 км, движение автомобиля на подъем в сторону перевала Тоо-Ашуу). Из графика видно, что температура воздуха на впуске практически остается неизменной при движении автомобиля на подъем в местности со сложным рельефом. Также показатели длительности импульса открытия форсунок изменяются незначительно (на 19 %). Из-за сложности рельефа местности автомобиль движется равномерной скоростью на 2-й и 3-й скоростях переключения передач и поднимается равномерно на подъем.

На графике (см. рисунок 3) показаны изменения показателей температуры воздуха на впуске и длительности импульса открытия форсунок в зависимости от скорости движения автомобиля на равнинном участке Суусамырской долины автомобильной дороги Бишкек – Ош (185 – 195 км). Из графика видно, что с момента трогания автомобиля с места до развития скорости 118 км/ч температура воздуха на впуске снижается с 31 °C до 16 °C, т.е. на 50%. Длительность импульса открытия форсунки при температуре воздуха на впуске 16 °C увеличивается на 69% (до 7,8 мс).

Снижение температуры воздуха на впуске объясняется тем, что при движении автомобиля с большой скоростью увеличивается лобовое сопротивление воздуха на автомобиль, т.е. давление, оказываемое воздухом на обтекаемую площадь автомобиля, увеличивается, что приводит к повышению плотности воздуха на впуске.

С другой стороны, снижение температуры воздуха на впуске можно объяснить уравнением состояния идеального газа Клапейрона – Менделеева, где плотность воздуха (газа) определяется по формуле

$$\rho = \frac{P}{RT}, \text{ кг/м}^3$$

где  $P$  – давление воздуха, Па;  $R$  – универсальная газовая постоянная Дж/К·моль;  $T$  – абсолютная температура воздуха (газа), К.

Из формулы видно, что при понижении температуры плотность воздуха во впускном коллекторе двигателя автомобиля повышается.

Как видно из графиков ( см. рисунок 1 и 3), на изменение температуры воздуха во впускном коллекторе значительно влияет скорость движения автомобиля. А снижение температуры воздуха на впуске с увеличением скорости движения автомобиля, в свою очередь, влия-

ет на испаряемость впрыскиваемого бензина форсункой во впускной коллектор и тем самым влияет на качество и состав топливовоздушной смеси.

Ухудшение испаряемости топлива влияет на экологические и экономические показатели автомобиля. Кроме того, низкая испаряемость в холодную погоду увеличивает продолжительность запуска двигателя, и поскольку топливовоздушная смесь значительно обогащена, увеличиваются выбросы несгоревших углеводородов с отработавшими газами. При прогреве двигателя недостаточная испаряемость бензина приводит к увеличению времени прогрева, перерасходу топлива и увеличению количества выбросов несгоревших углеводородов и оксида углерода [12].

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе, на рисунках 1, 2 и 3, авторами в качестве примера показана эксплуатация автомобиля в жаркое время года в условиях Кыргызской Республики. На основании графиков можно сделать вывод, что движение автомобиля на больших скоростях на равнинных участках дороги приводит к значительному снижению температуры во впускном коллекторе двигателя. Исключением является движение автомобиля на подъем, когда на скорость движения автомобиля оказывают влияние сложный рельеф местности и параметры горной и высокогорной автомобильной дороги, такие как кривые в плане с малыми радиусами закругления, часто повторяющиеся продольные уклоны.

Но следует отметить, что электронные системы управления двигателем современных автомобилей, оснащенные различными датчиками для обеспечения оптимального состава топливовоздушной смеси, не смотря на свои технические совершенства, не полностью учитывают переменный характер внешней среды, который проявляется при эксплуатации автомобиля в различных условиях. Например, в условиях жаркого климата температура воздуха во впускном коллекторе при работе двигателя на холостом ходу и на частичной нагрузке поднимается до 80 °С, а в условиях низких температур и в горных и высокогорных условиях в холодное время года снижается до 10 °С. Поэтому возникает необходимость в разработке метода или устройства для создания и обеспечения оптимального температурного режима поступающего воздуха во впускной коллектор двигателя, чтобы обеспечить приготовления оптимального состава топливовоздушной смеси для подачи в цилиндры двигателя. В этом направлении в настоящее время авторами данной статьи проводятся работы по созданию устройства по поддержанию

оптимального температурного режима воздуха во впускном коллекторе двигателя при эксплуатации автомобиля в различных условиях в разные погодные ситуации.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Rolf Isermann. Engine Modeling and Control. Modeling and Electronic Management of Internal Combustion Engines. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2014. 646 p.

2. Уве Рокош. Бортовая диагностика. Перевод с нем. ООО «СтарСПб». М.: ООО Изд-во «За рулем», 2013. 224 с.

3. Ерохов В.И. Системы впрыска бензиновых двигателей (конструкция, расчет, диагностика): учебник для вузов. М.: Горячая линия-Телеком, 2011. 552 с.

4. Bosch. Системы управления бензиновыми двигателями. Перевод с немецкого. М.: ООО Изд-во «За рулем», 2005. 432 с.

5. Лещенко В.П. Кислородные датчики. М.: Легион-Автодата, 2003. 112 с.

6. M-STEP. MPI – Система многоточечного впрыскивания [Электронный ресурс]. URL: <http://files.mek1.ru/file/faq/1.pdf/> (дата обращения: 10.04.2018).

7. Карнаухова В.Н. Оптимизация мощности нагревательного элемента для поддержания оптимальной температуры воздуха во впускном коллекторе ДВС // Электронный научный журнал: Современные проблемы науки и образования. 2014. № 3. URL: <https://science-education.ru/article/view?id=13575>.

8. Карнаухова И.В. Определение оптимальной температуры воздуха во впускном коллекторе двигателя // Вестник СибАДИ. 2014. № 3 (37). С. 7 – 12.

9. Емелькин Г. Диагностика: параметры впрыска ВАЗ-2110. За рулем.pdf [Электронный ресурс]. URL: [https://www.zr.ru/content/articles/12508-diagnostika\\_parametry\\_vpryska\\_vaz-2110\\_dopros\\_s\\_pristrastijem/](https://www.zr.ru/content/articles/12508-diagnostika_parametry_vpryska_vaz-2110_dopros_s_pristrastijem/) (дата обращения: 21.12.2018).

10. Акунов Б.У., Давлятов У.Р. Анализ зависимости длительности импульса открытия форсунки двигателя от условий эксплуатации автомобиля // Автомобильная промышленность. 2017. №9. С. 13 – 17.

11. Говорущенко Н.Я. Экономия топлива и снижение токсичности на автомобильном транспорте. М.: Транспорт, 1990. 135 с.

12. Нормы расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте. Методические рекомендации. М.: КНОРУС, 2010. 160 с.

### REFERENCES

1. Rolf Isermann. Engine Modeling and Control. Modeling and Electronic Management of Internal



Combustion Engines. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2014. 646 p.

2. Uve Rokosh. *Bortovaja diagnostika* [On-board diagnostics]. Perevod s nem. ООО «StarSPb». Moscow, ООО Izdatel'stvo «Za rulem», 2013. 224 p.

3. Erohov V.I. *Sistemy vpryska benzinovyh dvigatelej (konstrukcija, raschet, diagnostika)*. [Gasoline engine injection systems (design, calculation, diagnostics)]. Moscow, Gorjachaja linija-Telekom, 2011. 552 p. (in Russian)

4. Bosch. *Sistemy upravlenija benzinovymi dvigateljami* [Gasoline engine control systems]. Perevod s nem. Moscow, ООО Izdatel'stvo «Za rulem», 2005. 432 p. (in Russian).

5. Leshhenko V.P. *Kislorodnye datchiki* [Oxygen sensors]. Moscow, Legion-Avtodata, 2003. 112 p. (in Russian)

6. *M-STEP. MPI – Sistema mnogochechnogo vpryskivanija* [M-STEP. MPI – Multi point injection system]. Available at: URL: <http://files.mek1.ru/file/faq/1.pdf/> (accessed 10.04.2018).

7. Karnauhov V.N. Optimizacija moshhnosti nagrevatel'nogo jelementa dlja pod-derzhanija optimal'noj temperatury vozduha vo vpusknom kollektore DVS [Optimization of the heating element power for maintenance of optimum air temperature in an inlet DVS header]. *Jelektronnyj nauchnyj zhurnal: Sovremennye problemy nauki i obrazovanija*, 2014, no 3. Available at: <https://science-education.ru/ru/article/vieshh?id=13575>.

8. Karnauhova I.V. Opredelenie optimal'noj temperatury vozduha vo vpusk-nom kollektore dvigatelja [Determination of optimum air temperature in an inlet engine header]. *Vestnik SibADI*, 2014, no 3 (37), pp. 7 – 12. (in Russian)

9. Emel'kin G. *Diagnostika: parametry vpryska VAZ-2110* [Diagnosis: VAZ-2110 injection parameters]. *Za rulem.rf* Available at: [https://www.zr.ru/content/articles/12508-diagnostika\\_parametry\\_vpryska\\_vaz-2110\\_dopros\\_s\\_pristrastijem/](https://www.zr.ru/content/articles/12508-diagnostika_parametry_vpryska_vaz-2110_dopros_s_pristrastijem/) (accessed 21.12.2018).

10. Akunov B.U., Davljatov U.R. *Analiz zavisimosti dlitel'nosti impul'sa otkrytija forsunki dvigatelja ot uslovij jekspluatcii avtomobilja* [Analysis of the pulse duration dependence of the engine nozzle opening on the operating vehicle conditions]. *Avtomobil'naja promyshlennost'*, 2017, no 9, pp. 13 – 17. (in Russian)

11. Govorushhenko N.Ja. *Jekonomija topliva i snizhenie toksichnosti na avtomobil'nom transporte* [Fuel economy and drop of toxicity on the motor transport]. Moscow, Transport, 1990. 135 p. (in Russian)

12. *Normy rashoda topliv i smazochnyh materialov na avtomobil'nom transporte* [Rates of fuel consumption and lubricants for road transport]. Metodicheskie rekomendacii. Moscow, KNORUS, 2010. 160 p. (in Russian)

**Поступила 29.01.2019, принята к публикации 22.02.2019.**

**Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.**

**Прозрачность финансовой деятельности: авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах. Конфликт интересов отсутствует.**

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Акунов Бакытбек Убайдиллаевич ( г. Бишкек, Кыргызская Республика) – канд. техн. наук, доц. кафедры «Автомобильный транспорт» Кыргызского государственного технического университета (КГТУ) им. И. Раззакова, ORCID iD 0000-0001-6439-9223 (720044, г. Бишкек, пр. Ч.Айтматова, 66, e-mail: [akunov1@yandex.ru](mailto:akunov1@yandex.ru)).

Касымбеков Кубанычбек Джаныбекович (г. Бишкек, Кыргызская Республика) – магистрант кафедры «Автомобильный транспорт» Кыргызского государственного технического университета (КГТУ) им. И.Раззакова, ORCID iD 0000-0002-8013-3617 (720044, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова, 66).

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Bakytbek U. Akunov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Automobile Transport Department, Kyrgyz State Technical University (KSTU) named after I. Razzakov, ORCID iD 0000-0001-6439-9223 (720044, Kyrgyz Republic, Bishkek, 66, Ch. Aitmatov Ave., e-mail: [akunov1@yandex.ru](mailto:akunov1@yandex.ru)).

Kubanychbek Dj. Kasymbekov (Bishkek, Kyrgyz Republic) – Undergraduate Student of the Automobile Transport Department, Kyrgyz State Technical University (KSTU) named after I. Razzakov, ORCID iD 0000-0001-6439-9223 (720044, Kyrgyz Republic, Bishkek, 66, Ch. Aitmatov Ave.).

#### ВКЛАД СОАВТОРОВ

Акунов Б.У. Планирование, организация и проведение экспериментальных исследований при эксплуатации автомобиля в различных условиях.

Касымбеков К.Дж. Проведение экспериментальных исследований при эксплуатации автомобиля в различных условиях совместно с научным руководителем – Акуновым Б.У.

#### AUTHORS CONTRIBUTION

Bakytbek U. Akunov: planning, organization and conduction of experimental research on the vehicle operation in various conditions.

Kubanychbek Dj. Kasymbekov: conduction of experimental research on the vehicle operation in various conditions.