

## Модернизация стандартного бензинового двигателя, в котором в качестве топлива используется газовоздушная смесь

*А.А. Котесова, Е.И. Бредихин, А.М. Аракелян*

*Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону*

**Аннотация:** В статье проведен системный анализ технических характеристик работы двигателя на бензине, который рекомендован заводом производителем, и характеристик работы двигателя на газовоздушной смеси без переделок, а также рассмотрены характеристики, которые показывает двигатель при работе на газовоздушной смеси с уже внесёнными изменениями. На основании чего предлагается схема модернизации бензинового двигателя под работу на смеси газ-воздух.

**Ключевые слова:** автомобиль, газобаллонное оборудование, клапан впускной, степень сжатия, давление смеси.

Установить газобаллонное оборудование – это значит серьезно нарушить конструкцию автомобиля. Подобное решение является верным, так как после переделки гарантии на машину больше не будет. Несмотря на риск, некоторые водители решаются на такое изменение, и не без оснований. Основная причина для установки состоит в том, что автолюбители предпочитают экономию денежных средств, если при этом учесть возрастающие цены на бензин и дизельное топливо.

Надо сказать, что установка ГБО, как и любые другие изменения в конструкции автомобиля, имеет свои преимущества и недостатки. Сопоставляя преимущества и недостатки, многие водители часто отдают предпочтение газу как топливу. Попробуем разобраться во всех этих плюсах и минусах, чтобы в дальнейшем сделать правильный выбор. Главный плюс газового топлива – это его экономичность. Несмотря на то, что газа в автомобиле расходуется на 20% больше, он почти в два раза дешевле бензина [1,2].

Но нужно отметить, что такая экономия будет работать только в том случае, если вы эксплуатируете автомобиль с максимальной

---

интенсивностью. В противном случае выгода установки такого оборудования станет весьма сомнительной. Многие владельцы автомашин по опыту не раз замечали, что мотор на газе функционирует с меньшим шумом и намного стабильнее, чем на бензине. Эту особенность можно объяснить тем, что октановое число у газа превосходит бензиновое и составляет примерно 110.

Благодаря именно этому обстоятельству двигатель на газе работает более плавно и мягче. По тем же причинам снижается процент вибраций и шума. В развитых европейских странах и в США уделяется внимание такому негативному проявлению, как шумовое загрязнение больших городов, и там преимущество ГБО неоспоримо. В России и в странах СНГ эта проблема пока не настолько актуальна.

Для того чтобы понять всё более детально, разберём простую схему на графике.

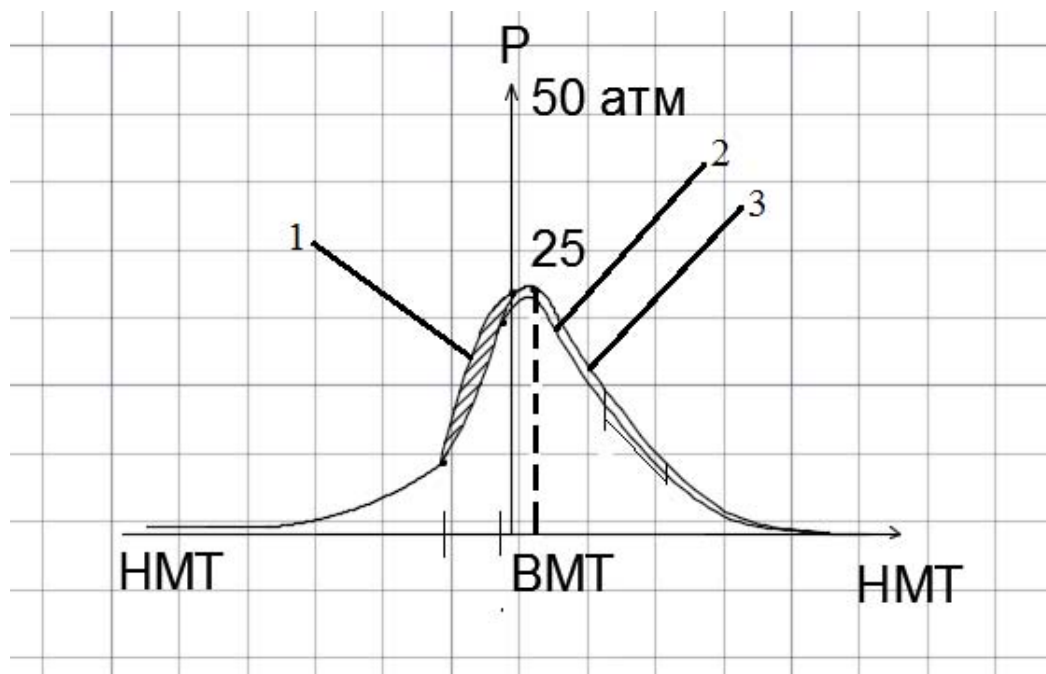


Рис. 1 Показатели давления в камере сгорания в зависимости от положения поршня.

В стандартном бензиновом двигателе к примеру со степенью сжатия равной  $\epsilon=9,3 - 11,5$  которые встречаются чаще всего на современных автомобилях.

При этом система работает на определенном виде топлива АИ-92 или АИ-95. Рассмотрим работу ДВС не в максимальных режимах работы двигателя, а в режиме работы, в котором двигатель работает около 90% своей работы, в режиме частичных нагрузках, то есть движение по городу, по трассе.

Максимальное давление в камере сгорания в бензиновых двигателях при работе в максимальных режимах составляет  $P=50-60$  атм. При передвижении автомобиля в обычных условиях, то есть в режиме частичных нагрузок давление в камере сгорания  $P=25$  атм [3,4].

По графику работы можно видеть, что в момент такта сжатия, топливно-воздушная смесь сжимается, давление нарастает, в определенный момент времени с опережением подаётся искра, происходит поджиг смеси, к ВМТ давление нарастает и пик давления в данном случае  $P=25$  атм как показано на первом графике, он приходится на тот момент времени, когда только поршень проходит ВМТ. Далее камера сгорания расширяется и давление падает. При этом режиме работы ДВС на бензине, дросельная заслонка была открыта на 20%, для движения автомобиля со скоростью 75км/ч.

Но если в эту систему вместо бензина подать газ, график изменится следующим образом. Если при том же количестве воздуха подать то количество газа, которое нормально сгорит именно в том режиме, который мы рассматриваем, станет ясно что со степенью сжатия 9.3-11,5 в момент, когда происходит сжатие топливно-воздушной смеси, показано на графике цифрой 2, а в нашем случае газ-бензин, начальная температура смеси и её давление значительно ниже, чем у смеси бензин-воздух, поэтому условия сгорания у него ухудшены, и для того, чтобы смесь хорошо сгорела и выделилось нужное давление и факел пламени правильно распространился по камере сгорания, ему нужно больше времени, чем бензину. Поэтому давление к нужной точке не может нарасти к нужному значению, которое

---

достигается на стандартном бензиновом двигателе при той же степени сжатия и при том же угле зажигания. То есть при равных условиях мощность двигателя с газовым топливом ниже, чем при работе на бензине. Поэтому скорость автомобиля упадет, и для того чтобы поддерживать величину скорости в 75 км/ч дросельную заслонку нужно открыть на 30%, то есть подать больше топлива, тем самым увеличив расход топлива. Но просто увеличенным расходом топлива вся система не ограничивается. Страдает и сам двигатель. Дело в том, что сгорание смеси с запозданием влияет на то, что догорание смеси происходит в момент, когда поршень движется к НМТ и открывается выпускной клапан, в выпускной канал попадает газ, не прошедший полный этап окисления, вследствие чего сам клапан, посадочное место, направляющая и т.д. контактирует с горящим газом [5,6].

Чтобы частично решить эту проблему, требуется изменить момент зажигания, сделав его раньше чем при работе на бензине. Если при работе на бензине момент зажигания колеблется в районе  $40^{\circ}$ - $50^{\circ}$  на частичных нагрузках, то для газа, для компенсации времени горения смеси, момент зажигания должен быть в режимах частичных нагрузок  $60^{\circ}$ - $70^{\circ}$ . Но так как искра подается значительно раньше, нарастание давления по графику идет более круто, и к ВМТ горящая смесь идет под давлением несколько выше, по сравнению со значениями при нормальной работе двигателя, так как смесь уже горит. Отсюда можно сделать вывод, что появляются механические потери, поэтому данная операция полностью себя не оправдывает.

Для того чтобы получить стопроцентный результат, то есть сократить расход газа, сохранить ресурс и мощностные характеристики двигателя, нужно произвести модернизацию ДВС, в данном случае поднять степень сжатия. Благоприятная степень сжатия для работы ДВС на смеси газ-воздух, требуется степень сжатия  $E=12-14$  единиц, данная цифра установлена практическим путем [7,8].

---

Система после переделки работает следующим образом: степень сжатия выше, чем в стандартном ДВС. Смесь газ-воздух, сжимаясь в конце такта сжатия, производит достаточное давление в камере сгорания, что создаёт нормальные условия для горения смеси в камере. Иначе говоря, то же самое количество газа сжимается значительно больше, то есть давление нарастает, подается искра и в нужный момент положения поршня, создаётся максимальное давление при данном количестве смеси [9].

Данная операция осуществляется, чтобы добиться следующего: момент зажигания оставить с небольшим опережением к ВМТ, что позволяет избавиться от механических потерь, которые связаны с преодолением ненужного давления, как в том случае, если не изменять степень сжатия. Также смесь при увеличенной степени сжатия сгорает значительно быстрее, не нанося вред ГБЦ, так как к моменту открытия выпускного клапана смесь почти полностью сгорела.

В результате проведенного системного анализа технических характеристик работы двигателя на бензине, который рекомендован заводом-производителем, и характеристик работы двигателя на газовой смеси без переделок, а также рассмотренных характеристик, которые показывает двигатель при работе на газовой смеси с уже внесёнными изменениями, можно сделать вывод, что, после увеличения степени сжатия, у ДВС сохраняются:

- Экономичность
- Ресурс ДВС
- Мощностные характеристики во всех режимах работы. [10,11]

### Литература

1. Касьянов В.Е., Зайцева М.М., Котесова А.А., Котесов А.А. Оценка параметров распределения Вейбулла для совокупности конечного объема // Депонированная рукопись. № 21-В2012 24.01.2012.

---



2. Роговенко Т.Н., Зайцева М.М. Анализ методов определения гамма-процентных значений прочностных характеристик // Депонированная рукопись. № 201-В2009 09.04.2009.

3. Зайцева М.М., Мегера Г.И., Веремеенко А.А. Диагностика технического состояния транспортных средств // Строительство и архитектура-2015. Ростов-на-Дону: ФГБОУ ВПО "РГСУ", 2015. С. 124-126.

4. Зайцева М.М., Мегера Г.И. Характеристика отказов деталей транспортных средств // Строительство и архитектура-2015. Ростов-на-Дону: ФГБОУ ВПО "РГСУ", 2015. С. 71-73.

5. Зайцева М.М. Обоснование и выбор схемы комплексной механизации работ при строительстве блочного щита управления №2 в г. Березовске Красноярского края // Инженерный вестник Дона, 2013, №3 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2013/1900.

6. Kas'yanov V.E., Rogovenko T.N. Probabilistic-statistical estimation of the gamma-life of a machine chassis//Russian Engineering Research.1999.V.6. p.10.

7. Deryushev V.V., Seleznev S.M., Sobisevich A.L. Specific features of the repeated impulse action on resonance systems//Doklady Earth Sciences. 1999. V. 369. pp. 1176-1178.

8. Зайцева М.М., Зайцев А.В. Механизация строительных работ с помощью гусеничного самоходного транспортера // Научное обозрение. 2014. № 7-3. С. 998-1000.

9. Касьянов В.Е., Роговенко Т.Н., Зайцева М.М., Оценка гамма-процентных значений совокупности конечного объема по малой выборке для прочности деталей машин // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. 2010. № 1 (37). С. 16-20.

10. Зайцева М.М. Всесезонные шины, применяемые при смешанной эксплуатации автомобилей. Итоги 2014 года на рынке автошин в РФ //



Инженерный вестник Дона, 2015, №3 URL:  
ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3187.

11. Газ на автомобиль, а стоит ли? Основные плюсы и минусы. Просто о сложном. vto-Bloger.ru URL: youtube.com/watch?v=cN6KCbmD5Dw (дата просмотра 20.06.2018)

### References

1. Kas'yanov V.E., Zaitseva M.M., Kotesova A.A., Kotesov A.A. Deponirovannaja rukopis'. № 21-V2012 24.01.2012.p. 1-3.

2. Rogovenko T.N., Zaitseva M.M. Deponirovannaja rukopis'. № 201-V2009 09.04.2009. pp. 1-3.

3. Zaitseva M.M., Megera G.I., Veremeenko A.A. Diagnostika tekhnicheskogo sostoyaniya transportnykh sredstv. [Diagnostics of technical condition of vehicles]. Stroitel'stvo i arkhitektura - 2015. Rostov-na-Donu: FGBOU VPO "RGSU", 2015. pp. 124-126.

4. Zaitseva M.M., Megera G.I. Harakteristika otkazov detalej transportnykh sredstv. [Characteristics of failures of vehicle parts]. Stroitel'stvo i arkhitektura-2015. Rostov-na-Donu: FGBOU VPO "RGSU", 2015. pp. 71-73.

5. Zaitseva M.M. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2013, №3. URL: ivdon.ru.ru/magazine.archive.n3y2013.1900.

6. Kas'yanov V.E., Rogovenko T.N. Russian Engineering Research.1999.V.6. p.10.

7. Deryushev V.V., Seleznev S.M., Sobisevich A.L. Specific features of the repeated impulse action on resonance systems. Doklady Earth Sciences. 1999. V. 369. pp. 1176-1178.

8. Zaitseva M.M., Zaitsev A.V. Nauchnoe obozrenie. 2014. № 7-3. pp. 998-1000.



9. Kas'yanov V.E., Rogovenko T.N., Zaitseva M.M. Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshhenija. 2010. № 1 (37). pp. 16-20.

10. Zaitseva M.M. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2015, №3. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3187](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3187).

11. Gaz na avtomobil. a stoit li? Osnovnyye plyusy i minusy. Prosto o slozhnom. vto-Bloger.ru URL: [youtube.com/watch?v=cN6KCbmD5Dw](https://youtube.com/watch?v=cN6KCbmD5Dw) (date of access 20.06.2018)