

УДК 621.43

А.С.Пономарев (6 курс, каф. ДВС), А.К.Иванов, к.т.н., доц.

## НЕОБХОДИМЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ПРОГРАММЕ УПРАВЛЕНИЯ ДВС ПРИ ЕГО ФОРСИРОВАНИИ

Традиционные пути форсирования двигателя, направленные на повышение массового заряда цилиндра и смещение максимального момента в зону высоких оборотов, а так же эксперименты со степенью сжатия и формой камеры сгорания вносят существенные изменения в рабочий процесс. Функционирование электронной системы управления двигателем (ЭСУД) должно соответствовать проведенным изменениям механической части ДВС с целью обеспечения нормального протекания рабочего процесса и получения необходимых мощностных параметров при приемлемых экологических и экономических показателях. Рабочий диапазон элементов ЭСУД должен учитывать всевозможные режимы работы форсированного двигателя.

Одним из основных контролируемых параметров ЭСУД является производительность форсунки. Повышение максимальных значений циклового расхода воздуха в двигателе требует дополнительной порции топлива, а возрастание номинальной частоты вращения сокращает отведенное время на его подачу и испарение. Такая ситуация ограничивает возможности применения серийных форсунок в форсированном двигателе.

Рассмотрим несколько вариантов доработки двигателя ВАЗ-2111. Форсунки, которыми он оснащается серийно, имеют статическую производительность 1,65 мг/мс, метод впрыска – групповой (топливоподача осуществляется за цикл дважды). При 6000 об/мин время одного оборота коленчатого вала составит 10 мс. Применение фазированного впрыска, когда форсунка открывается один раз на такте впуска, позволяет не терять часть топлива при перекрытии фаз, но накладывает ограничение на время открытия форсунки в виде интервала между закрытием выпускного клапана, по завершении продувки и закрытием впускного клапана после дозарядки цилиндра. То есть, при фазах газораспределения двигателя ВАЗ-2111 это время составит 8 мс, отсюда обеспечение цикловой топливоподачи в 25,5 мг/цикл потребует минимальной производительности в 3,19 мс (см. табл. 1).

Таблица 1. Результаты расчета требуемой производительности форсунки.

Параметр	ВАЗ-2111, серийный	ВАЗ-2111, $V_h=1,6$ л, тюнингový распредвал	ВАЗ-2111, $V_h=1,6$ л, тюнингový распредвал, компрессор
Расход воздуха, кг/час	220	270	300
$n$ , об/мин	6000	6000	6000
Цикловое наполнение цилиндра воздухом, мг/цикл	305,6	375,0	416,7
Цикловая подача топлива, мг/цикл	18,7	23,0	25,5
Групповой впрыск: $\tau$ , мс	5,66	6,94	7,71
Фазированный впрыск: $\tau$ , мс	11,31	13,88	15,43
Требуемая производительность форсунки при фазированном впрыске, мг/мс	2,34	2,87	3,19

Из табл. 1 видно, что в приведенных примерах время впрыска меньше чем время совершения одного оборота коленчатого вала только в случае группового впрыска, тогда как для обеспечения фазированного впрыска производительность необходимо увеличивать.

Вторым важным вопросом доводки системы топливоподачи является изменение характера протекания циклового наполнения при форсировании ДВС. Инерционность работы расходомера воздуха (ДМРВ), входящего в состав многих ЭСУД (в том числе и двигателей ВАЗ, ЗМЗ), отрицательно влияет на переходные процессы. Устранение провалов от возможного переобеднения смеси, осуществляется следующим образом. В ПЗУ контроллера имеется таблица базового циклового наполнения (БЦН) – зависимость расхода воздуха одним цилиндром в мг/цикл в функции от частоты вращения и положения дроссельной заслонки, приведенная к нормальным условиям. При определении изменения положения дроссельной заслонки контроллер вычитает предыдущее значение наполнения из циклового наполнения, взятого из таблицы БЦН для нового значения положения дросселя, перемножает полученную разность на коэффициент и производит добавку времени впрыска в соответствии с составом смеси нового режима. Данное обстоятельство порождает необходимость корректировки таблицы БЦН под новые значения наполнений и коэффициентов, связанных с подачей топлива на переходных режимах. Наиболее точного составления таблицы можно достичь путем определения точных значений расходов воздуха на моторном стенде при снятии скоростных характеристик двигателя при положениях дросселя, соответствующих таблице контроллера. Положительных результатов можно добиться и непосредственно на автомобиле, анализируя осциллограммы сигнала ДМРВ и используя альфометр. Однако в этом случае нужно учитывать, что лямбда-зонд альфометра чувствителен не к составу смеси, а к наличию свободного кислорода в отработавших газах, поэтому судить о качестве смеси возможно только при учете других факторов рабочего процесса.

Коррекция углов опережения зажигания (УОЗ) связана с изменением формы камеры сгорания и степени сжатия. Предварительно матрицу УОЗ можно получить на моторном стенде, находя оптимальные углы по регулировочным характеристикам. Окончательную настройку следует производить на автомобиле, варьируя не только самой матрицей углов, но и поправочными коэффициентами динамических режимов. В процессе нахождения оптимальных УОЗ неоценимым помощником служит датчик детонации, анализируя осциллограммы которого можно определить в каких режимах возникала детонация, а в каких – нет.

Таким образом, форсированный двигатель требует серьезных изменений в программе управления. Сохранение калибровок серийного двигателя, может не только затмить горизонты желаемых результатов, но и привести к повреждениям ДВС.