



# Будем форсировать?

АЛЕКСАНДР ХРУЛЕВ, кандидат технических наук

*В одном из прошлых номеров журнала ("АБС-авто", № 11, 1999) мы рассказали о том, как можно форсировать двигатель иномарки. Но не смогли доделать работу до конца — помешала система управления, ограничившая подачу топлива и, соответственно, мощность на больших частотах вращения и нагрузках. Поэтому от механической части двигателя пришлось перейти к доработке его электронной системы управления. И вот что из этого вышло...*

Постоянные читатели журнала, интересующиеся двигательной тематикой, наверное, помнят, что увеличение объема двигателя автомобиля Mazda-626 с 2.0 л до 2.4 л с одновременным переходом на головку блока цилиндров с 12-ю клапанами вместо 8-ми позволило поднять мощность двигателя с 90 до 120 л.с. При этом "старая" система управления оказалась не соответствующей "новому" двигателю. После 5000 об/мин мощность мотора падала, и раскрутить его, к примеру, до 6000 об/мин удавалось с трудом.

Проверки показали следующее. При разгоне автомобиля с полностью открытой дроссельной заслонкой флюгер датчика расхода воздуха встает на упор уже при 3000 об/мин. Не исключено, что при дальнейшем увеличении частоты вращения блок управления уже "не понимает" возраста-

ния расхода воздуха и не увеличивает подачу топлива в достаточной степени.

Как известно, на мощностных режимах требуется обогащение топливовоздушной смеси. Для этих режимов необходимо, чтобы коэффициент избытка воздуха лежал в пределах  $\lambda = 0,85...0,90$ . При таких значениях  $\lambda$  достигается максимальная температура в камере сгорания и, соответственно, максимальная мощность двигателя. Если же с ростом расхода воздуха при повышении частоты вращения подача топлива не увеличивается или увеличивается непропорционально, то смесь обедняется, и мощность падает.

Такую картину мы и увидели. Естественно, оставить все так, как есть — значит, не довести дело до конца. И мы решили искать выход из положения.

## С чего начать?

Вообще говоря, слишком глубоко "влезать" в систему управления не хотелось — и так переделка двигателя доставила немало хлопот. Поэтому начали с общих рассуждений. Что влияет на подачу топлива? Частота и длительность импульсов на форсунках — это понятно. А что еще? Конечно, давление подачи. При его повышении расход топлива изменится согласно уравнению расхода топлива ( $G_t$ ) через форсунки.

Если частота вращения и другие параметры

неизменны, то расход топлива определяется так:

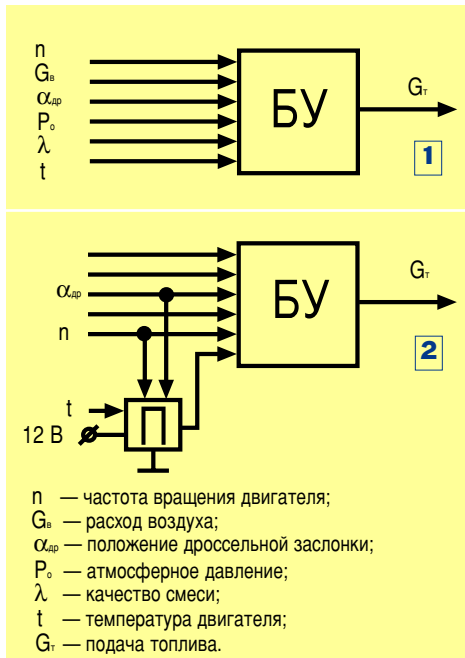
$$G_t = A \sqrt{\Delta P_t},$$

где  $A$  — коэффициент, постоянный для данного режима работы двигателя;  $\Delta P_t$  — перепад давления на форсунках.

А чем увеличивать перепад давления? Надо поставить другой регулятор давления. Но подавляющее большинство моторов Mazda имеют одинаковое избыточное давление подачи 2,7...3,2 кг/см<sup>2</sup>, а от других двигателей регулятор не подойдет — не те крепления.

Поступили так. Корпус регулятора распилили пополам и сделали новую крышку корпуса с регулировочным винтом. Теперь давление подачи оказалось возможным задавать — простым вращением винта. Но проблему этим не решили...

Увеличение давления топлива до 3,5 кг/см<sup>2</sup> (подача топлива при этом повышается приблизительно на 10%) сразу вызвало необходимость перестройки системы управления. По крайней мере, на холостом ходу смесь стала богатой. Затянули пружину датчика расхода воздуха, чтобы вернуть состав смеси на место. Такой ход оказался полезным: диапазон работы датчика расхода воздуха увеличился примерно до 3500 об/мин. Попробовали также "поиграть" опережением зажигания (у нашего автомобиля электронный блок управляет только подачей топлива, а опережение зажигания задает обычный "трамблер" — с помощью



### 1. Электронный блок управления двигателем (БУ) в качестве "черного ящика":

слева — входные параметры, справа — выходной параметр (подача топлива).

### 2. Подключив так приставку (П) к блоку управления, можно скорректировать подачу топлива.

центробежного и вакуумного регуляторов.

Но реально все эти процедуры почти ничего не дали: динамика разгона осталась практически прежней, а двигатель по-прежнему "зависал" — если не на 5500 об/мин, то чуть больше. Ну, может быть, чуть-чуть стало лучше, хотя это чуть-чуть явно испытаниями не подтвердилось. Топлива на больших оборотах все равно не хватало. Похоже, в систему управления все же придется залезть...

## Как изменить

Настроить систему управления двигателем с помощью мощностного стенда — дело долгое.



## систему?

В принципе изменить "старую" систему управления так, чтобы она соответствовала "новому" двигателю, можно различными способами. И прежде чем выбрать какой-либо из них, желательно знать, о чем идет речь. Да и сравнить достоинства и недостатки этих способов тоже было бы неплохо. Иначе можно не получить то, что нужно.

Итак, начнем по порядку. Есть такой термин — "чип-тюнинг". Означает он следующее: ставится в блок управления (БУ) другая микросхема с новой программой управления двигателем. А там уже все, что нужно, записано. В виде таблиц или, как еще говорят, матриц. Стоп... Вот здесь и кроется вся сложность. Где взять такой "чип"? Для нашего мотора ничего готового не будет — эксклюзивный ведь вариант, другого такого нет.

Для стандартного мотора *Mazda* "чип" найти еще можно — за границей, к примеру. Только цены на такие изделия начинаются с 500-600 долл. США. Поэтому искать ничего не стали и перешли сразу ко второму варианту "чип-тюнинга" — непосредственному перепрограммированию БУ. А здесь еще хуже. Для перепрограммирования, если, конечно, это допускает элементная база БУ, нужны специальный электронный прибор — программатор и специальная программа. Дальше — испытательный стенд, чтобы точно определить, что конкретно нужно изменить в программе управления данного двигателя. Кто все это имеет? А кто сделает? Работа-то будет непростой, знать для нее много надо — и про характеристики двигателя, и про систему управления, и про методику перепрограммирования. Значит, и здесь начинать, видимо, не имеет смысла.

Что еще можно? На *Mazda-626* ставилось несколько моторов (см. "АБС-авто", № 11, 1999), в том числе 2.2 л 12 клапанов — очень похожий на наш. Может быть, использовать его БУ? Проблематично. Помимо блока потребуется и комплект датчиков (они почти все другие), а также пере-



Регулирование давления подачи топлива дает эффект только на малых и средних частотах вращения.

делка или замена проводки. Сложно, долго, дорого, и необязательно все получится хорошо, ведь наш мотор имеет большой объем. Поэтому этот вариант отвергли. С самого начала, еще когда начинали переделку двигателя.

Что же, получается, что все возможности исчерпаны? Нет, остался последний вариант. Вот за него мы и зацепились.

## "Черный ящик"

Суть выбранного нами способа совсем не нова. Нет смысла менять блок управления или глубоко влезать в его "внутренности". Давайте используем принцип "черного ящика": мы не знаем, что внутри блока, но знаем его входные и выходные каналы. То есть, знаем или можем узнать, как изменение конкретного входного сигнала (а это сигнал любого из датчиков) влияют на выход — длительность импульсов тока, проходящего через обмотку форсунок.

Значит, можно попробовать изменить сигнал в заранее выбранном входном канале так, как нам нужно. Но не всякий входной канал подойдет для этой задачи. Какой же выбрать? В первую очередь это каналы датчиков расхода воздуха, положения дроссельной заслонки, температуры двигателя и абсолютного давления (другие датчики мы сочли второстепенными и сразу исключили их из рассмотрения). Все в той или иной степени могут повлиять на подачу топлива на интересующих нас режимах.

Далее пошли таким путем. Датчик абсолютного давления не подходит — слишком узок диапазон его воздействия на систему управления. Расходомер воздуха? Но его флюгер уже стоит на упоре и добавить что-нибудь вряд ли сможет. Датчик положения дроссельной заслонки тоже ничего не дает — заслонка в интересующем нас диапазоне режимов открыта полностью.

Остался температурный датчик. Вот у него-то возможности обогащения смеси просто неограниченны. Действительно, при низкой температуре, когда сопротивление датчика велико, БУ способен увеличить подачу топлива в несколько раз. Значит, воздействуя на этот канал по определенному закону, можно добиться обогащения топли-

воздушной смеси там, где нам нужно...

Но для этого нужен алгоритм, т.е. надо задать, когда, в зависимости от чего и насколько нужно увеличивать подачу топлива. Или, что в данном случае одно и то же, насколько "охлаждать" двигатель. Ведь блок воспримет наши действия именно как снижение температуры двигателя.

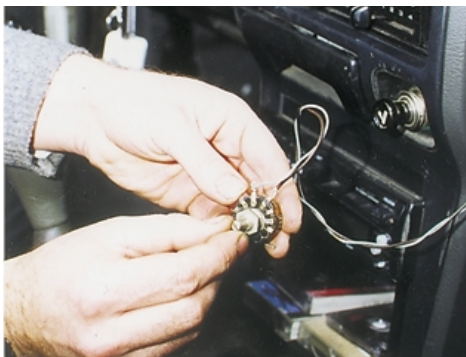
Для этой цели, очевидно, потребуется специальный блок — "приставка" к основному БУ. Такая "приставка" должна подключаться к цепи температурного датчика, чтобы корректировать его сигнал. Как корректировать, придумать в общем-то несложно. Топлива не хватает только на больших оборотах и нагрузках: чуть отпустить педаль газа — двигатель разгоняется и до 6000 об/мин. Сделали так. До 3500 об/мин приставка ни во что не вмешивается. Но вот частота вращения стала больше 3500 об/мин. Теперь все зависит от положения дроссельной заслонки. Если она прикрыта, то приставка по-прежнему не включается. И только если заслонка открыта полностью, начинается плавное "охлаждение" двигателя — тем большее, чем сильнее обороты отличаются от величины 3500 об/мин. А поскольку точно определить степень обогащения смеси без серьезных стендовых испытаний не получится, в салон необходимо вывести резистор для регулировки обогащения — от нуля до некоего максимума.

Сделать такую приставку для грамотного электронщика — дело техники. Попутно решили еще одну задачу. При резком нажатии на педаль газа двигатель давал несколько детонационных ударов — верный признак обеднения смеси. Поэтому в приставку дополнительно ввели функцию обогащения по скорости открытия заслонки. По тому же самому каналу температурного датчика. Степень обогащения, задав время его действия (около 1 сек), легко подобрали по условию исчезновения детонации.

## Получилось?

Результат всей работы — не какие-то субъективные ощущения, а внешняя скоростная характеристика двигателя. Поэтому мы снова обратились к нашим партнерам — компании "Аояма-Мо

С помощью резистора приставки удалось подобрать нужное обогащение смеси на больших оборотах и нагрузках.



торс", официальному дистрибьютору фирмы Honda. И повторили все измерения на том же мощностном стенде Bosch FLA 203 (см "АБС-авто", № 11, 1999). Только замеров пришлось сделать гораздо больше — чтобы настроить подачу топлива на режимах максимальной мощности.

Настройка выполнялась сразу по нескольким параметрам: искали оптимальное положение регулятора подачи (резистора). Но делали это при разном давлении топлива и соответствующей ему настройке датчика расхода воздуха (по отсутствию обогащения на холостом ходу).

И вот результат: мощность и крутящий момент возросли во всем диапазоне изменения частоты вращения. Теперь параметры уже не падают так сильно после 5500 об/мин, и хотя мощность и крутящий момент все равно снижаются (сказываются фазы газораспределения и настройка впускной и выпускной систем), двигатель продолжает "тянуть" до 6100 об/мин — вплоть до срабатывания "отсечки".

Итак, максимальная мощность выросла со 120 до 125 л.с., а максимальный крутящий момент — с 19 до 21,5 кг-м, что было достигнуто только настройкой системы управления двигателем. Если же сравнивать с базовым двигателем, то общее повышение составит: по мощности — почти 40%, по крутящему моменту — 30%. Интересно также сравнение с другим базовым двигателем Mazda 2.2 л 12 клапанов: максимальная мощность у нашего мотора по сравнению с ним выросла строго пропорционально увеличению объема — на 9%. А вот крутящий момент стал больше на 11%: на средних оборотах сказалось изменение формы камеры сгорания и проходных сечений клапанов.

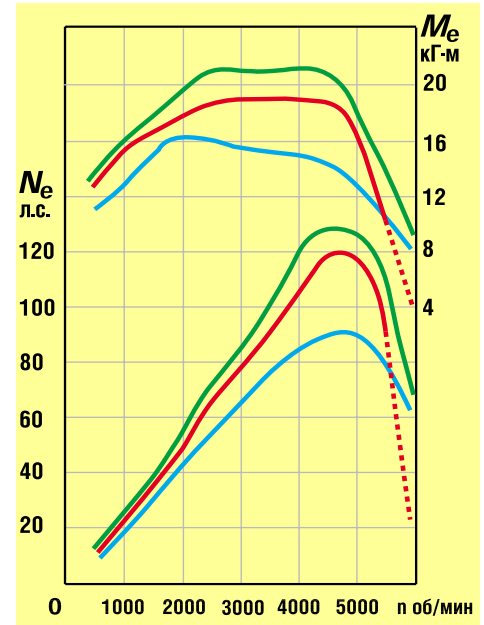
## Много или мало?

Мы выжали из нашего двигателя все, что могли — больше уже не получится. И теперь немного знаем, что и как влияет на мощностные показатели. Поскольку вопросов читатели нам задают немало, попробуем ответить на некоторые из них.

Самый главный результат нашего эксперимента: мощность и крутящий момент двигателя определяются только его механической частью: объемом, фазами газораспределения, проходными сечениями каналов и длиной (настройкой) систем впуска и выпуска. Короче говоря, сколько сюда заложите, столько и получите. Задача же системы управления — лишь удержать уровень, заданный механикой, обеспечив при этом приемлемый расход топлива и токсичность выхлопных газов.

Поэтому всякие разговоры о волшебных результатах "чип-тюнинга" мы считаем безосновательными. Сколько можно прибавить настройкой системы управления? Пять, от силы семь процентов мощности. А механика легко даст в 3-5 раз больше.

Кстати, расход топлива у автомобиля вырос. Незначительно, если ездить спокойно, но замет-



После настройки системы управления мощность и крутящий момент увеличились во всем диапазоне частоты вращения:  
— базовый двигатель 2.0 л 8 клапанов;  
— форсированный двигатель 2.4 л;  
— форсированный двигатель после настройки системы управления.

но, когда применяется стиль "газ-тормоз". Что же касается токсичности, то это более сложный вопрос. Отечественные нормы удовлетворяются автоматически, в том числе за счет обратной связи по датчику кислорода. Но вот, к примеру, принятым в других странах нормам автомобиль уже, скорее всего, не соответствует и испытаний по ездовым циклам не пройдет. Все это — естественная плата за повышение мощности. А по ресурсу форсированного двигателя у нас данных еще нет: пробег нового мотора составляет пока только 14 тысяч километров.

Если же оценивать форсированный двигатель в целом, то его преимущества, по нашему мнению, вовсе не в способностях автомобиля "ударить" первым со светофора или "положить" стрелку спидометра (хотя это теперь нетрудно). Стало легче ездить. В обычных условиях наших обычных дорог. Автомобиль стал с легкостью идти за педалью газа, его маневренность в городском потоке заметно улучшилась. И даже оказалась лишней одна из передач — четвертая. Ее можно теперь пропустить и переключить с третьей сразу на пятую.

Это означает, что коробка передач для нового двигателя уже не совсем подходит — вполне закономерный результат. И тоже требует доработки. Может быть, это будет еще одной темой для наших исследований. **АБС**

Справка "АБС-авто". Форсировать двигатель любого автомобиля можно на "АБС-сервисе", тел.: (095) 945-74-40.